Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

# VERFAHREN ZUR CHIRURGISCHEN HÄNDEDESINFEKTION MIT EINEM ALKOHOLISCHEN DESINFEKTIONSMITTEL

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
RALF ULMER
aus Stuttgart

1986

Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

# VERFAHREN ZUR CHIRURGISCHEN HÄNDEDESINFEKTION MIT EINEM ALKOHOLISCHEN DESINFEKTIONSMITTEL

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
RALF ULMER
aus Stuttgart

1986

Dekan: Professor Dr. J. Dichgans
1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Werner

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)

Mein Dank gilt
Herrn Professor Dr.Dr.N.Schwenzer für die Überlassung des Themas, sowie insbesondere Herrn Dr.P.Heeg und seinen Mitarbeiterinnen, die durch ihr Engagement die Durchführung und Auswertung der Versuche ermöglichten.

Inhaltsangabe

1. Einleitung

2. Literaturüberblick
2.1. Historische Entwicklung der Desinfektion
2.2. Methoden der Chirurgischen Händedesinfektion

3. Material und Methodik
3.1. Prüfungsprinzip
3.2. Versuchspersonen
3.3. Präparate
3.4. Methodik
3.4.1. Desinfektionsverfahren
3.4.2. Verarbeitung der Sammelflüssigkeiten
3.4.3. Auswertung der Ergebnisse
3.5. Material
3.6. Versuchsanordnung

4. Ergebnisse
4.1. Erläuterungen zu den Urlisten
4.2. Erläuterungen zu den Umrechnungstabellen
4.3. Vergleichende Darstellung der Reduktionsfaktoren
4.4. Vergleichende Darstellung der Gesamtreduktionsfaktoren
4.5. Vergleichende Darstellung der Nachwerte
4.6. Statistische Auswertung der Ergebnisse
4.6.1. Versuchsanordnung und Auswertung
4.6.2. Anmerkungen zur Anwendung des Vorzeichen-Rangtestes für Paardifferenzen nach Wilcoxon
4.6.3. Signifikanzprüfung
4.6.4. Zusammenfassung und Auswertung der Ergebnisse

5. Diskussion

6. Literaturverzeichnis

## 1. Einleitung

Zu den wichtigsten Maßnahmen zur Verhütung postoperativer Wundinfektionen gehört nach wie vor die exakt durchgeführte Chirurgische Händedesinfektion. Es ist nachgewiesen, daß neben zahlreichen anderen Faktoren die Keimübertragung vor allem von der Hand des Chirurgen eine der Ursachen für Wundinfektionen darstellt. Aus diesem Grund wird bis heute immer wieder versucht, sowohl die zur Desinfektion verwendeten Präparate, als auch die Technik der Anwendung zu optimieren. Doch dabei treten ständig neue Probleme auf, wie z.B. Hautreaktionen, Interaktionen mit Detergentien oder etwa die ungenügende remanente Wirkung eines Präparates.

Mit der Entwicklung von jodophorhaltigen Desinfektionsmitteln in den Fünfziger Jahren hoffte man schon, die Probleme im Griff zu haben. Doch aufgrund aktueller Meinungsverschiedenheiten über diese Präparate, die vom "idealen Desinfektionsmittel" bis zu dem Schluß "für die Chirurgische Händedesinfektion ungeeignet" reichen, greift man wieder verstärkt auf alkoholische Präparate zurück, deren Wirkungsspektrum unumstritten ist, die aber doch auch verantwortlich gemacht werden für zahlreiche Unverträglichkeitsreaktionen der Haut.

Die Anwendungsverfahren und somit die Waschtechniken sind natürlich abhängig vom verwendeten Desinfektionsmittel. So wurde z.B. durch die Entwicklung der Flüssigseifen mit desinfizierenden Zusätzen die Frage aufgeworfen, ob eine der eigentlichen Desinfektion vorausgehende Seifenwaschung überhaupt noch notwendig ist.

Nicht eindeutig geklärt ist auch, ob die Verwendung einer Nagelbürste Vorteile bringt. Während manche Autoren der Meinung sind, daß die Nagelbürste die in tieferen Hautschichten lokalisierten Bakterien nur unnötig an die Oberfläche befördert und damit die Keimabgabe der Hand erhöht, kommt man in anderen Publikationen zu dem Schluß, daß die

Nagelbürste unbedingt notwendig ist, um die schwer zugänglichen Hautareale im Bereich der Fingernägel exakt zu desinfizieren. Andererseits könnte durch die Anwendung der Bürste das Desinfektionsmittel tiefer in die Haut eindringen und damit eventuell zusammen mit der mechanischen Irritation die Entstehung von Hautreaktionen begünstigen.
In dieser Arbeit sollen mittels einer an die Desinfektionsmittelprüfung der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) angelehnten Methode folgende Fragen untersucht werden:
Zum Einen soll geklärt werden, ob die heute zum Standardverfahren gehörende fünfminütige Vorwaschung der Hände überhaupt notwendig ist d.h. ob durch Weglassen dieser Maßnahme die Chirurgische Händedesinfektion ohne Auswirkungen auf das Desinfektionsergebnis entscheidend verkürzt werden kann. Zweitens soll untersucht werden, ob die Verwendung einer Nagelbürste einen signifikanten Einfluß auf das Ergebnis besitzt.
Ziel dieser Arbeit ist es somit, Bestandteile des zur Zeit üblichen Verfahrens der Chirurgischen Händedesinfektion auf ihre Effizienz zu überprüfen.

## 2. Literaturüberblick

### 2.1. Historische Entwicklung der Desinfektion

Bereits im Altertum existierte eine Vorstellung bezüglich der Übertragung von Krankheiten. Man glaubte, daß üble Ausdünstungen von Kranken und Toten oder von fauligen Materialien als sogenannte Miasmen in der Luft für den Ausbruch von Krankheiten verantwortlich seien. Im Gegensatz dazu verstand man unter Kontagien Stoffe, die durch direkten Kontakt Menschen zu infizieren vermögen. Diese Theorie blieb bis zur endgültigen Aufdeckung der mikrobiellen Krankheitserreger im 19. Jahrhundert bestehen.

Folgerichtig wurden auch Versuche unternommen, diese Übertragungswege zu unterbinden. Man versuchte, die Luft durch Räucherungen, insbesondere mit Schwefel, oder durch Versprühen aromatischer Öle zu säubern. Zur Verhinderung und Bekämpfung von Wundinfektionen wurden Essig oder saurer Wein in die Wunde geträufelt. Eine weitere Methode war das Aufbringen von Metallplättchen auf Verletzungen (16,17,41,61).

Daß diese auf Erfahrungen beruhenden Maßnahmen zum Teil tatsächlich eine antibakterielle Wirkung besitzen, bestätigte unter anderem Trillat im Jahre 1905, als er darauf hinwies, daß beim Verbrennen einiger dieser Stoffgemische wirksame Mengen an Formaldehyd freigesetzt werden. Auch Essig und saurer Wein entfalten aufgrund ihres Säuregehaltes eine bakterizide bzw. bakteriostatische Wirkung (17).

Die oben angeführten Maßnahmen spielten besonders bei großen Epidemien und auch dann eine Rolle, wenn sich Patienten mit den verschiedensten Leiden eng beieinander befanden.

Besondere Einrichtungen zur Pflege von Kranken gab es im Altertum nicht. Ein bevorzugter Aufenthaltsort für viele Menschen mit den unterschiedlichsten Krankheiten war jedoch die Umgebung der Aeskulap-Tempel, wo sie Schutz und

Hilfe suchten. Es ist natürlich leicht vorstellbar, daß sich dort Wundinfektionen und Seuchen wie Pocken oder Pest besonders schnell ausbreiten konnten, insbesondere auch infolge mangelnder Hygiene (41).
Erst mit der Verbreitung des Christentums und seinem Gebot der Nächstenliebe war man verstärkt bemüht, Kranken und Verletzten zu helfen. An vielen Orten entstanden mit Krankenhäusern vergleichbare Einrichtungen, um eine fachkundige Betreuung zu ermöglichen. Einige dieser Spitäler erlangten eine beachtliche Größe, wobei aber mit zunehmender Größe auch die Gefahr von Hospitalinfektionen ständig anstieg. Dafür können aus heutiger Sicht mehrere Gründe verantwortlich gemacht werden, wie z.B. das Zusammenpferchen von Kranken mit den verschiedensten Leiden auf engstem Raum, Mangel an Tageslicht und Frischluft, sowie vor allem die extrem schlechten hygienischen und sanitären Verhältnisse. Dies führte zu einer enorm hohen Sterblichkeitsrate, die auch durch den Einsatz von Räucherungen mit Schwefel, Salpeter oder Weihrauch nicht wesentlich gesenkt werden konnte. Schließlich versuchten sich Ärzte und Pfleger durch besondere Kleidung, Kapuzen und Masken selbst vor der Ansteckung zu schützen (41).
Aber auch bei der ambulanten Behandlung durch im Lande herumreisende "Chirurgen" war die Wundinfektion fast ausnahmslos ständiger Begleiter. Die meisten dieser "Chirurgen" waren gelernte Handwerker, die ihre "Heilkunst" oft nur nebenbei ausübten. Obwohl einige dieser Ärzte durch erhöhte Sauberkeit bessere Erfolge erzielten als andere ihrer Kollegen, wurde der Zusammenhang zwischen hygienischen Maßnahmen und der postoperativen Infektionsrate lange nicht erkannt (41).
Trotz Verbesserung des medizinischen Wissens erreichte der Hospitalismus Mitte des 19. Jahrhunderts einen neuen Höhepunkt. Zur Erklärung griff man wieder auf die Miasmen- und Kontagienlehre zurück und versuchte, durch den Bau von kleineren Krankenhäusern mit luftigen und hellen Räumen, sowie durch räumliche Trennung der Patienten nach

Art ihrer Erkrankung, dieser Entwicklung Herr zu werden. Doch auch diese Maßnahmen führten nicht zum Erfolg, da sie von falschen Voraussetzungen ausgingen (41).
Der erste entscheidende Durchbruch gelang Semmelweis im Jahre 1847, obwohl auch er von der bakteriellen Genese der Infektionserkrankungen noch nichts wußte. Er beobachtete, daß an den beiden Wiener Gebärkliniken eine unterschiedliche Sterblichkeit der Mütter an Kindbettfieber auftrat. In der von Ärzten und Studenten betreuten Gebärklinik lag die Sterblichkeitsrate bei 11,44 %, während in der Hebammenklinik nur 2,79 % der Mütter starben. Als Grund für diesen Unterschied vermutete Semmelweis ein Leichengift,mit dem sich Ärzte und Studenten bei Obduktionen kontaminierten und es anschließend bei gynäkologischen Untersuchungen auf gesunde Frauen übertrugen.
Um diesen Infektionsweg zu unterbrechen, ordnete Semmelweis vor jeder Untersuchung eine sorgfältige Händereinigung mit Seife und Nagelbürste, sowie eine anschließende Desinfektion mit Chlorwasser an. Man kann ihn deshalb als Begründer der Händedesinfektion bezeichnen.
Der Erfolg dieser Maßnahme zeigte sich schon bald: Innerhalb von zwei Jahren sank die Sterblichkeit auf durchschnittlich 1,3%. Dies veranlaßte Semmelweis dazu, auch alle anderen möglichen Überträger wie Instrumente, Bettzeug, Waschbecken usw. durch eine Chlorwasserbehandlung desinfizieren zu lassen (16,17,41,45,61).
Er konnte sich jedoch mit seinen Vorstellungen nicht allgemein durchsetzen, was wohl darin begründet lag, daß es ihm nicht gelang, den Überträgerstoff nachzuweisen.
Ähnlich spektakuläre Erfolge erreichte Lister zehn Jahre später. Er vermutete, daß die Luft mit krankheitserregenden Keimen beladen sei und so eine Infektion von Wunden und eine Kontamination sämtlicher Personen und Gegenständen möglich sei. Er entwickelte das sogenannte Lister'sche Karbolspray,das er zur Luft- und Flächendesinfektion einsetzte. Außerdem führte er vor Operationen eine Händedesinfektion in 2,5%-iger Karbolsäurelösung durch (41,61).

Weitere Verbreitung fanden diese Maßnahmen jedoch erst nach der endgültigen Aufklärung der mikrobiellen Genese der Infektionskrankheiten durch Koch und Pasteur. Man hatte nun eine konkrete Vorstellung von den Ausbreitungswegen dieser Krankheiten und konnte somit gezielte Gegenmaßnahmen ergreifen. Schon bald zeigte sich aber, daß der massive Einsatz von Desinfektionsmitteln besonders bei der Hände- und Hautdesinfektion nicht ohne Probleme war, da man neben der Wirksamkeit auch die Verträglichkeit berücksichtigen mußte. Es stellte sich z.B. heraus, daß es durch die Anwendung von Karbolsäure zu Gewebeschädigungen auf der Haut kommt (16,17,41,61).

Deshalb suchte man nach anderen Methoden und Mitteln, wobei z.B. Pasteur angab, daß nach gründlicher Reinigung und schnellem Durchziehen der Hände durch eine Flamme eine ausreichende Desinfektion erreicht werde. Dieser Vorschlag erwies sich jedoch als nicht praktikabel (11).
Andere Wege führten dann bald zu der noch heute gültigen Methode der mechanischen Reinigung der Hände mit Wasser und Seife und der anschließenden Desinfektion mit Alkohol (61).
Um die Jahrhundertwende erreichte die Operation unter aseptischen Bedingungen eine weitere Vervollkommnung durch die Einführung von Gummihandschuhen und Mundschutz (16,41).

## 2.2 Methoden der Chirurgischen Händedesinfektion

Im Jahre 1888 gab Fürbringer ein Verfahren zur Chirurgischen Händedesinfektion an, das jahrzehntelang seine Gültigkeit behielt. Er empfahl, nach 10-minütigem Bürsten der Hände und Unterarme mit warmem Wasser und Seife bei gleichzeitiger Nagelreinigung, die Hände für 5 Minuten in Alkohol zu tauchen. Anschließend sollten die Hände 3 Minuten mit Alkohol abgerieben werden. Im Anschluß daran konnte noch ein Desinfektionsmittel einer anderen Wirkstoffgruppe für 3 Minuten angewendet werden, wie es in der Praxis häufig durchgeführt wurde. Mit dieser Methode sind jedoch einige

Nachteile verbunden, insbesondere der Zeitaufwand, die Schädigung der Haut durch das lange Vorwaschen und der erhebliche Alkoholverbrauch, sowie hygienische Probleme, die durch die Verwendung der Schüsseln auftraten, z.B. die Ablagerungen von Fett und Staub am Schüsselrand (16,21,62).
Die Entwicklung von Zumischgeräten bzw. im weiteren Verlauf von Wandspendern ermöglichte die dosierte Zugabe von Desinfektionsmittellösung während der Händedesinfektion ohne Gefahr der Kontamination der Hand. Man gelangte dadurch zu der heute gültigen Einreibetechnik (1,16).
Price (40) führte den Begriff der transienten und residenten Flora ein. Bei der residenten Flora handelt es sich um natürlicherweise auf der Haut vorhandene Keime, hauptsächlich gram-positive Bakterien. Sie sind harmlos und ihnen wird eine Schutzfunktion gegenüber der Besiedlung der Haut mit pathogenen Keimen zugeschrieben (14,19,23,53). Die residente Flora ist in hohem Maße durch Desinfektionsmittel, durch rein mechanische Reinigungsmaßnahmen dagegen weniger gut zu beeinflussen. Bei der transienten Flora handelt es sich um Kontakt- oder Anflugkeime, die sich normalerweise nicht auf der Haut befinden. Man kann sie allein durch mechanische Reinigung mit Bürste,Seife und fließendem Wasser zum größten Teil entfernen ( 24,30,33,36,40,42,54).
Price (40) betonte vor allem die Bedeutung des mechanischen Effektes der Händereinigung zur Entfernung von Schmutz und Fett, sowie zur Reduktion der transienten Flora. Er wies darauf hin, daß chemische Desinfektionsmittel ihre volle Wirksamkeit nur auf sauberer, fettfreier Haut entfalten, und er schlug folgendes Vorgehen vor:

1. Kürzen und Reinigen der Fingernägel.
2. 7 Minuten waschen der Hände und Arme mit warmem Wasser, Seife und mittelharter Handbürste, wobei den Handinnenflächen und den Fingerspitzen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden soll. Nach dieser Waschung sollen Schmutz, Fett, die transiente Flora und ca. 50% der residenten Flora entfernt sein.
3. Anwendung von chemischen Desinfektionsmitteln (3,32,40,46).

Weiterentwicklungen gerade auf dem Sektor der Desinfektionsmittel, wie die Entwicklung der desinfizierenden Flüssigseifen, führten zu weiteren Differenzierungen der Waschmethoden.
Die Art der Chirurgischen Händedesinfektion ist also auch abhängig vom angewandten Präparat. Man unterscheidet heute grundsätzlich die Einreibemethode z.B. mit alkoholischen Präparaten von der desinfizierenden Waschung mit Flüssigseifen. Die Frage, welche dieser beiden Methoden geeigneter ist, ist derzeit noch offen. In neuerer Zeit finden die Flüssigseifen weite Verbreitung, da ihnen in vielen Publikationen bei guter Wirksamkeit eine ausgezeichnete Verträglichkeit und angenehme Anwendungsweise bescheinigt wird (10,12,13,22,26,35,57). Andere Autoren stellen diese Wirksamkeit in Frage und favorisieren die Einreibetechnik, besonders mit alkoholischen Präparaten, die sie als optimal wirksam beschreiben und deren Nebenwirkungen wie Austrocknung und Reizung der Haut durch geeignete Präparatezusammensetzung auszugleichen seien (18,37,38,47,49,50).

Neben der Diskussion um die Wirksamkeit, die vor allem in In vitro- und Probandenversuchen getestet wird, gibt es für die Praxis jedoch noch einen anderen Aspekt. Nach Schubert (52) hängt die Effektivität der Desinfektion besonders von der Durchführung, d.h. von der Technik ab. Bestimmte Stellen der Hand sind der Reinigung schwerer zugänglich als andere. Zudem ist die Verteilung der Bakterien auf der Haut keineswegs einheitlich, und viele in der Tiefe der Haut lokalisierten Bakterien sind durch Desinfektionsmittel nur schwer erreichbar (53).
Aber auch innerhalb der beiden Gruppen von Desinfektionsmethoden gibt es zahlreiche Varianten, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen sollen:

Beispiel 1:

Am Medical Center der University of Cincinnati verwendet man PVP-Jod- Flüssigseife folgendermaßen:
Zunächst werden Hände und Unterarme bis zum Ellbogen mit

Wasser, Seife und Bürste 2 Minuten grob gereinigt. Dann werden die Fingernägel mit einer Nagelfeile für 1 Minute unter fließendem Wasser gereinigt. Mit einer sterilen Nagelbürste und 2,5 ml PVP-Jod-Flüssigseife werden Finger, Hände, Unterarme, Ellbogen und Teile des Oberarms in der angegebenen Reihenfolge über 3 Minuten desinfiziert. Das Abspülen unter fließendem Wasser hat von den Fingerspitzen zum Ellbogen hin zu erfolgen. Dieser Vorgang wird für 2 Minuten wiederholt und danach werden Hände und Unterarme weitere 2 Minuten ohne Bürste desinfiziert (2).

Beispiel 2:

Im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen wird für PVP-Jod-Flüssigseife folgendes Verfahren angegeben:
Für 3 Minuten werden Hände und Unterarme mit warmem Wasser und desinfizierender Flüssigseife (Braunosan H plus, B.Braun, Melsungen) gewaschen. Eine sterilisierte Nagelbürste wird nur für Nägel und Nagelfalze verwendet. Dann wird von den Händen zu den Ellbogen abgespült und mit einem sterilen Einmalhandtuch abgetrocknet. Anschließend wird desinfizierende Flüssigseife (Braunosan H plus, B.Braun, Melsungen) 5 Minuten lang unverdünnt auf Händen und Unterarmen verrieben, wobei die Hände ständig feucht gehalten werden sollen.
Während der letzten 2 Minuten werden nur die Hände und die Nagelfalze behandelt. Dann wird von den Händen zu den Ellbogen mit Wasser abgespült und mit einem sterilen Einmalhandtuch abgetrocknet.

Beispiel 3:

Für Alkohol empfiehlt das General Hospital in Massachusetts folgende Anwendung:
Die Oberflächen von Fingern, Händen und Unterarmen werden mit Seife und Wasser für 2 Minuten mit je 3 doppelten Bürstenstrichen gereinigt. Anschließend wird die Seife

unter fließendem Wasser von den Fingerspitzen zum Ellbogen hin sauber abgespült und in gleicher Reihenfolge mit einem sterilen Handtuch getrocknet. Dann werden Hände und Unterarme unter kräftigem Reiben für 2 Minuten in eine alkoholische Lösung getaucht. Unter ständigem Reiben läßt man die Hände an der Luft trocknen (2).

Beispiel 4:

Kanz (21) gibt für Alkohol eine andere Variante an:
Die Hände und Unterarme werden mit warmem Wasser ohne Seife für 1-2 Minuten vorgewaschen. Dabei sollen die Nägel mit Einmal-Holzstäbchen gereinigt werden. Eine weiche Bürste kann verwendet werden. Mit je 2,5 ml Desinfektionsmittel pro Hand werden Hände und Unterarme insgesamt 2 Minuten eingerieben. Auf eine sterile Nagelbürste gibt man 1 ml Alkohol und bürstet 1 Minute lang die Nagelbereiche. Dann werden weitere 2x2 ml Alkohol über 2 Minuten zur Desinfektion von Hand und Handgelenken verwendet. Ein Nachtrocknen der Hände mit einem sterilen Handtuch kann, je nach Belieben durchgeführt werden.

Beispiel 5:

Im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen werden alkoholische Präparate nach folgender Vorschrift verwendet:
Nach grober Vorreinigung der Nägel werden Hände und Unterarme bis zu den Ellbogen 3 Minuten lang mit Seife gewaschen. Weitere 2 Minuten werden die Hände mit Seife und einer sterilen Bürste gereinigt. Nach dem Abspülen von den Fingerkuppen zu den Ellbogen hin, erfolgt in gleicher Weise das Abtrocknen mit sterilen Papierhandtüchern. Dann werden pro Hand je 3 ml Präparat bis zu den Ellbogen insgesamt 2 Minuten eingerieben. Auf eine sterile Nagelbürste gibt man 1 ml Desinfektionsmittel und massiert damit 1 Minute lang die Nagelfalze. Mit weiteren 2x2 ml werden die Hände bis

zu den Handgelenken 2 Minuten lang desinfiziert.

Diese fünf Beispiele zeigen schon einige Probleme der praktischen Anwendung eines Desinfektionsverfahrens.
Zum Einen ist die zeitliche Ausdehnung, sowohl der gesamten Desinfektion, als auch ihrer einzelnen Komponenten uneinheitlich (2). Zum anderen stellt sich die Frage über Nutzen und Notwendigkeit der Seifenwaschung. Als Vorteile werden die Entfettung der Haut und die Reinigungswirkung angeführt. Es soll jedoch nach der Seifenwaschung zu einer erhöhten Keimabgabe von der Hand kommen, was vermutlich auf eine Eröffnung neuer Keimkompartimente auf der Haut zurückzuführen ist. Außerdem könnte es durch Seifenrückstände auf der Haut zur Beeinflussung der Wirkung des Desinfektionsmittels kommen (43). Kanz (21) verzichtet deshalb auf die Verwendung einer Seife bei der Vorwaschung. Er hält die Entfernung von groben Verschmutzungen mit lauwarmem Wasser für ausreichend.

Auch die Verwendung der Nagelbürste ist nicht unumstitten. Einmal bereitet ihre sterile Aufbewahrung und Handhabung Probleme, und eine kontaminierte Bürste gefährdet den gesamten Desinfektionserfolg. Zum anderen kommt es durch das Bürsten zu einer größeren mechanischen Belastung der Haut, die dadurch gegenüber dem Desinfektionsmittel besonders empfindlich werden kann. Außerdem wird die Wirksamkeit der Bürste bei der Desinfektion angezweifelt. Lammers (27) mißt ihr für den Desinfektionserfolg keinerlei Bedeutung zu (27,34).
Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den beiden letztgenannten Problemstellungen. Welchen Einfluß haben die Seifenwaschung und die Verwendung einer Nagelbürste auf das Desinfektionsergebnis?
Ziel der Arbeit ist es, unnötige oder unwirksame Komponenten des Verfahrens ausfindig zu machen und gegebenenfalls zu verbessern oder ganz auszulassen, um zu einem übersichtlichen und leicht durchführbaren Verfahren der Chirurgischen Händedesinfektion zu gelangen.

## 3. Material und Methodik

### 3.1. Prüfungsprinzip

Die Wirkung eines Verfahrens zur Chirurgischen Händedesinfektion wird gemessen als Verringerung der Keimabgabe von den Fingerkuppen der"Tageshand". Die Größe dieser Reduktion ergibt sich aus dem Verhältnis der Keimmengen, die vor und nach der Desinfektion von den Fingerkuppen in eine Sammelflüssigkeit abgegeben werden. Diesem Prinzip liegen die Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) zugrunde (8). Im Einzelnen geht man folgendermaßen vor:

Vor Beginn des Händedesinfektionsverfahrens werden von rechter und linker Hand getrennt die Vorwerte von den Fingerkuppen der unbehandelten "Tageshand" abgenommen. Anschließend erfolgt die Vorwaschung mit Seife und die Abnahme der Zwischenwerte. Danach folgt die eigentliche Desinfektion und unmittelbar anschließend die Ermittlung der Nachwerte. Die Abnahme der Zwischen- und Nachwerte erfolgt analog der Vorwertbestimmung. Bei einem angewandten Verfahren (Verfahren 2) entfällt die Vorwaschung und die Erhebung der Zwischenwerte.
Da die Desinfektionswirkung an der Tageshand gemessen wird, ist zwischen den einzelnen Versuchstagen ein einwöchiger Abstand notwendig, um der residenten Bakterienflora der Hände Gelegenheit zur Regeneration zu geben, damit die jeweiligen Vorwerte in etwa miteinander zu vergleichen sind.

### 3.2. Versuchspersonen

An den Versuchen nahmen 12 Angestellte der Universität Tübingen teil, sieben Frauen und fünf Männer. Sie gehören unterschiedlichen Berufsgruppen an und waren im Durchschnitt 29,5 Jahre alt.

Alle Probanden erklärten sich bereit, 3 Tage vor den jeweiligen Versuchsterminen die Hände nicht zu desinfizieren. Während des Versuchszeitraumes hatte kein Teilnehmer Hyperkeratosen, Hautverletzungen oder überlange Fingernägel.

### 3.3. Präparate

- Konservierungsstofffreie Flüssigseife:
  Bestandteile: 100g des Seifenpulvers enthalten 83,3 g Natriumlaurylsulfat-Pulver und 16,6 g Rizinolsäure-alkanolamido-sulfo-bernsteinsäurehalbester (20).
  Die Seife wurde zu Beginn jedes Versuchstages aus 2 g Seifenpulver und 100 ml aqua dest. frisch angesetzt. Stichprobenkontrollen ergaben, daß die Flüssigseife in keinem Fall mit Keimen kontaminiert war.
- Desinfektionsmittel: 60 Vol%-iges n-Propanol.
- Sammel- und Verdünnungsflüssigkeit:
  Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Lösung (CSL; Merck, Nr. 5459) mit folgenden Enthemmerzusätzen: 3% Tween 80 (Polyoxyethylensorbitanmonooleat), 3% Saponin, 0,1% Histidin, 0,5% Natriumthiosulfat (TSHT).
- Nährböde für Oberflächenkulturen:
  Caseinpepton-Sojabohnenmehlpepton-Agar (CSA; Merck, Nr. 5458) mit Enthemmerzusatz TSHT.

### 3.4. Methodik

#### 3.4.1. Desinfektionsverfahren

Es sollten zwei Komponenten der Chirurgischen Händedesinfektion auf ihre Wirksamkeit hin überprüft werden, nämlich die Seifenvorwaschung und die Anwendung der Nagel-

bürste. Dazu wurden drei verschiedene Desinfektionsverfahren durchgeführt, die durch ihre Anordnung eine Beurteilung dieser Faktoren ermöglichen sollen.
Die Bestimmung der Keimabgabe der Hände erfolgte immer mittels der von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) in dem am 01.01.1981 veröffentlichten 1. Teilabschnitt der "Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren" angegebenen Ausknetmethode (8). Danach wird folgendermaßen vorgegangen:
Die fünf Fingerkuppen jeder Hand werden in je eine mit 10 ml Sammelflüssigkeit gefüllte Petrischale mit etwa 9 cm Durchmesser getaucht. Der Proband muß dann genau 1 Minute lang mit reibenden und kreisenden Bewegungen seine Fingerspitzen gegen den Boden der Petrischale auskneten. Dann werden die Fingerkuppen 15 Sekunden lang unter fließendem, handwarmem Wasser abgespült und das überschüssige Wasser gründlich abgeschleudert.

Verfahren 1:

- Abnahme der Vorwerte für die linke und rechte Hand ($VW_L$ und $VW_R$).

Teil A: 3 min.
- Waschen beider Hände und Unterarme bis zu den Ellbogen mit 3 ml konservierungsstofffreier Seife für 55 s, danach 5 s unter fließendem Wasser abspülen
- Vorgang 2 mal wiederholen.

2 min.
- Reinigung der linken Hand mit einer sterilen Nagelbürste und 3 ml Seife für 55 s, danach 5 s unter fließendem Wasser abspülen.
- Wiederholung des Vorgangs an der rechten Hand.

- Abtrocknen der Hände und dann der Unterarme mit sterilen Papierhandtüchern.
- Abnahme der Zwischenwerte für die linke und rechte Hand ($ZW_L$ und $ZW_R$).

Teil B. 2 min. - Pro Hand 3 ml n-Propanol bis zu den Ellbogen einreiben.

1 min. - Pro Hand 1 ml n-Propanol mit einer sterilen Nagelbürste in die Nagelfalze einmassieren.

2 min. - Pro Hand 2 ml n-Propanol bis zu den Handgelenken einreiben.

- Abnahme der Nachwerte für die linke und rechte Hand ($NW_L$ und $NW_R$).

Die Zugabe der einzelnen Desinfektionsmittelmengen erfolgte jeweils mit Pipette im Abstand von 1 min. Bei Verwendung der Nagelbürste erfolgte die Applikation im Abstand von 30s.

Verfahren 2: Die Seifenwaschung (Teil A) wird nicht durchgeführt.

- Abnahme der Vorwerte $VW_L$ und $VW_R$.

Teil A: - entfällt

Teil B: 2 min. - Pro Hand 3 ml n-Propanol bis zu den Ellbogen einreiben.

1 min. - Pro Hand 1 ml n-Propanol mit einer sterilen Nagelbürste in die Nagelfalze einmassieren.

2 min. - Pro Hand 2 ml n-Propanol bis zu den Handgelenken einreiben.

- Abnahme der Nachwerte $NW_L$ und $NW_R$.

Die Zugabe des Desinfektionsmittels erfolgt wie bei Verfahren 1.

Verfahren 3: Die Nagelbürste wird nicht verwendet.

- Abnahme der Vorwerte $VW_L$ und $VW_R$.

Teil A: 3 min.
- Waschen beider Hände und Unterarme bis zu den Ellbogen mit 3 ml konservierungsstofffreier Seife für 55 s, danach 5 s unter fließendem Wasser abspülen.
- Vorgang 2 mal wiederholen.

2 min.
- Reinigung beider Hände bis zu den Handgelenken mit 3 ml Seife für 55 s, danach 5 s unter fließendem Wasser abspülen.
- Vorgang 1 mal wiederholen.

- Abtrocknen der Hände und dann der Unterarme mit sterilen Papierhandtüchern.

- Abnahme der Zwischenwerte $ZW_L$ und $ZW_R$.

Teil B: 2,5 min.
- Zuerst 1 min., dann 1,5 min. lang je 3 ml n-Propanol bis zu den Ellbogen einreiben.

2,5 min.
- Zuerst 1 min., dann 1,5 min. lang je 3 ml n-Propanol bis zu den Handgelenken einreiben.

- Abnahme der Nachwerte $NW_L$ und $NW_R$.

Die Abnahme der Vorwerte $VW_L$ und $VW_R$ erfolgte an der unbehandelten Tageshand. Bei den Verfahren 1 und 3 wurden zusätzlich Zwischenwerte abgenommen, um eine Beurteilung der einzelnen Abschnitte der Verfahren zu ermöglichen. Die Nachwerte wurden unmittelbar nach der Desinfektion ermittelt.

### 3.4.2. Verarbeitung der Sammelflüssigkeiten

Vorwerte: Aus den Sammelflüssigkeiten wurden die Verdünnungen $10^{-2}$,$10^{-3}$ und $10^{-4}$ hergestellt. Von diesen Verdünnungen wurden jeweils o,1 ml auf CSA mit TSHT ausgespatelt.

Zwischenwerte: Aus den Sammelflüssigkeiten und den daraus hergestellten Verdünnungen $10^{-1}$,$10^{-2}$ und $10^{-3}$ wurden je 0,1 ml als Oberflächenkulturen ausgespatelt.

Nachwerte: Da die zu erwartenden Nachwerte niedriger als die Vor- und Zwischenwerte sein mußten, wurden hier je 1 ml und 0,1 ml der Sammelflüssigkeit, sowie 0,1 ml der Verdünnung $10^{-1}$ pro Nachwert ausgespatelt.

Die Werte von rechter und linker Hand mußten dabei getrennt verarbeitet werden, sodaß pro Proband und Wert 6 Oberflächenkulturen notwendig waren.
Das Ausspateln der Sammelflüssigkeiten und deren Verdünnungen erfolgte mit sterilen Glasspateln von 3 cm Kantenlänge an einem Laminar-Flow-Arbeitsplatz.
Die mit 1 ml Sammelflüssigkeit beschickten Platten trockneten unter Laminar-Flow offen an.
Alle Platten wurden bei 35°C für 48 Stunden aerob inkubiert und danach ausgezählt.

### 3.4.3. Auswertung der Ergebnisse (6,8)

Als Grundlage für die Berechnung und Auswertung der Ergebnisse dienten die Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (8).

Ergebnisse zwischen 30 und 300 kolonienbildenden Einheiten (KBE) pro Platte wurden bevorzugt verwertet. Lagen zwei Zählergebnisse für einen Wert in diesem Bereich, so wurde der gewichtete arithmetische Mittelwert gebildet, d.h. die Verdünnungsstufe wurde unmittelbar bei der Mittelwertbildung berücksichtigt (8).

Die Zählergebnisse sollten die der Verdünnung entsprechende Abstufung aufweisen, sonst war eine Auswertung unzulässig.

Wenn ein Nachwert in allen drei Verdünnungsstufen keine Kolonie aufwies, so mußte das Ergebnis als 1 KBE/ml festgesetzt werden, damit der Logarithmus wieder Null ergibt.

Nach Hochrechnung der kolonienbildenden Einheiten auf 1 ml Sammelflüssigkeit wurden die Ergebnisse logarithmiert. Dann wurde jeweils der Mittelwert aus rechter und linker Hand gebildet. Diese logarithmierten Mittelwerte wurden zur Berechnung der entsprechenden Reduktionsfaktoren verwendet.

Aus den logarithmierten Vorwerten aller Probanden wurde jeweils pro Versuchsteil der Mittelwert gebildet. Dieser sollte dabei mindestens lg 3,5 betragen.

Bei den Verfahren 1 und 3 ergaben sich jeweils 3 Reduktionsfaktoren (lg RF):

- lg RF (Seife): Differenz aus lg VW und lg ZW.
- lg RF (Desinfektion): Differenz aus lg ZW und lg NW.
- lg RF (gesamt): Differenz aus lg VW und lg NW, bzw.Summe aus lg RF (Seife) und lg RF (Desinfektion).

Beim Verfahren 2 entfällt der lg RF (Seife), außerdem entspricht hier der lg RF (Desinfektion) dem lg RF (gesamt).

Aus den entsprechenden Reduktionsfaktoren jedes Verfahrens wurde der jeweilige arithmetische Mittelwert aus allen

12 Probanden gebildet und konnte zum direkten Vergleich der Verfahren bzw. ihrer Komponenten herangezogen werden.
Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch Vergleich der logarithmischen Reduktionsfaktoren mit der Signifikanzprüfung im Wilcoxon-Test.

## 3.5. Material

Für den gesamten Versuch wurde folgendes Material benötigt:
- mind. 380 ml konservierungsstofffreie Seife.
- mind. 450 ml n-Propanol (60 Vol%).
- mind.2300 ml Sammel- und Verdünnungsflüssigkeit (CSA+TSHT).
- 576 Nährböden für Oberflächenkulturen (CSA+TSHT).
- sterile Nagelbürsten.

Die Sammelflüssigkeit und das Medium für die Nährböden wurden jeweils für eine Versuchswoche frisch angesetzt.

## 3.6. Versuchsanordnung

Der Versuch wurde als offene Cross-over-Studie nach folgendem Schema durchgeführt.
Die 12 Probanden wurden in 3 Gruppen von 4 Personen nach dem Zufallsprinzip eingeteilt. Jede dieser Gruppen führte die drei Versuchsteile in unterschiedlicher Reihenfolge im Abstand von einer Woche durch, wobei an einem Versuchstag nie zwei Gruppen dasselbe Verfahren anwandten.

Es ergab sich folgende Versuchsanordnung:

| Gruppe / Datum | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 03.10.83 | V.1 | V.2 | V.3. |
| 10.10.83 | V.2 | V.3 | V.1 |
| 17.10.83 | V.3 | V.1 | V.2 |

V.1: Seifenwaschung und Desinfektion, mit Bürste.
V.2: Desinfektion, mit Bürste.
V.3: Seifenwaschung und Desinfektion, ohne Bürste.

Welche Gruppe am ersten Versuchstag welches Verfahren durchführt, wurde ausgelost.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Erläuterungen zu den Urlisten

Aus der Versuchsanordnung ergeben sich drei Urlisten, aufgeteilt entsprechend der jeweiligen Versuchsreihen.

Tabelle 1: Verfahren 1
Tabelle 2: Verfahren 2
Tabelle 3: Verfahren 3

In jeder dieser Tabellen sind der entsprechenden Probandennummer (Nr.) folgende Angaben zugeordnet.

1. Vt.: Versuchstag.
2. Hd.: Zuordnung von rechter und linker Hand zum jeweiligen Vorwert, Zwischenwert und Nachwert.
3. Vorwerte: Für rechte und linke Hand getrennt sind die jeweiligen Anzahlen kolonienbildender Einheiten (KBE) den Verdünnungen zugeordnet.
   "nz" bedeutet "nicht zählbar", d.h. die Anzahl KBE pro Agarplatte liegt sicher über 300 KBE.
   Verdünnungen:
   $10^{-2}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{1}$.
   $10^{-3}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{2}$.
   $10^{-4}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{3}$.
4. Zwischenwerte: Zwischenwerte wurden bei Verfahren 1 und Verfahren 3 nach der Seifenwaschung aber vor der Desinfektion abgenommen.
   Anordnung wie unter 3. beschrieben.
   Verdünnungen:
   $10^{-1}$: 0,1 ml der unverdünnten Lösung.
   $10^{-2}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{1}$.
   $10^{-3}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{2}$.
5. Nachwerte:
   Anordnung wie unter 3. beschrieben.
   Verdünnungen:
   $10^{0}$ : 1,0 ml der unverdünnten Lösung.
   $10^{-1}$: 0,1 ml der unverdünnten Lösung.
   $10^{-2}$: 0,1 ml der Verdünnung $1:10^{1}$.

Tabelle 1: Urliste (Anzahl KBE pro Platte)
Versuchsteil: Verfahren 1

| Nr. | Vt. | Hd. | Vorwerte | | | Zwischenwerte | | | Nachwerte | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{0}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ |
| 1 | 1 | re | nz | 50 | 10 | nz | nz | 37 | 132 | 25 | 2 |
| | | li | nz | 247 | 17 | nz | nz | 75 | 61 | 8 | 1 |
| 2 | 1 | re | nz | 127 | 8 | nz | 114 | 14 | 126 | 13 | 2 |
| | | li | nz | nz | 31 | nz | nz | 45 | 240 | 23 | 3 |
| 3 | 1 | re | nz | nz | 31 | nz | nz | 287 | nz | 99 | 12 |
| | | li | nz | 138 | 6 | nz | nz | 55 | nz | 103 | 9 |
| 4 | 1 | re | nz | 197 | 15 | nz | nz | 100 | 40 | 3 | 0 |
| | | li | nz | nz | 183 | nz | nz | 113 | 33 | 11 | 0 |
| 5 | 3 | re | nz | 118 | 13 | nz | 268 | 21 | 23 | 2 | 0 |
| | | li | 238 | 27 | 2 | nz | 119 | 10 | 7 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | re | nz | 52 | 5 | nz | nz | 61 | 110 | 17 | 3 |
| | | li | nz | 131 | 16 | nz | nz | 102 | nz | nz | 29 |
| 7 | 3 | re | 105 | 6 | 1 | nz | 124 | 19 | nz | 72 | 8 |
| | | li | 263 | 24 | 3 | nz | 75 | 11 | 55 | 7 | 0 |
| 8 | 3 | re | nz | nz | 27 | nz | nz | 78 | 109 | 10 | 1 |
| | | li | nz | nz | 37 | nz | nz | 175 | nz | 34 | 5 |
| 9 | 2 | re | nz | 95 | 11 | nz | nz | 32 | nz | 40 | 4 |
| | | li | nz | 157 | 16 | nz | nz | 48 | 242 | 28 | 3 |
| 10 | 2 | re | 45 | 7 | 0 | nz | 32 | 3 | 90 | 8 | 1 |
| | | li | 108 | 7 | 1 | 190 | 21 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 2 | re | nz | 234 | 28 | nz | nz | 72 | 29 | 3 | 0 |
| | | li | nz | 137 | 17 | nz | nz | 36 | 240 | 25 | 3 |
| 12 | 2 | re | nz | 39 | 4 | nz | 50 | 4 | 16 | 3 | 0 |
| | | li | 119 | 12 | 1 | nz | 68 | 7 | 1 | 0 | 0 |

Vt.: Versuchstage: 1 = 03.10.83
2 = 10.10.83
3 = 17.10.83

Tabelle 2: Urliste (Anzahl KBE pro Platte)
Versuchsteil: Verfahren 2

| Nr. | Vt. | Hd. | Vorwerte | | | Nachwerte | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{0}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ |
| 1 | 2 | re | nz | nz | 32 | nz | 49 | 4 |
| | | li | nz | 105 | 11 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | re | nz | 41 | 7 | 144 | 17 | 2 |
| | | li | 150 | 25 | 2 | 132 | 21 | 0 |
| 3 | 2 | re | nz | 245 | 30 | 22 | 2 | 1 |
| | | li | nz | 34 | 2 | 15 | 1 | 0 |
| 4 | 2 | re | nz | 163 | 19 | 80 | 18 | 7 |
| | | li | nz | nz | 33 | 13 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | re | nz | 31 | 3 | 7 | 1 | 0 |
| | | li | 40 | 4 | 0 | 21 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | re | nz | nz | 76 | nz | 214 | 27 |
| | | li | nz | 180 | 15 | 215 | 27 | 3 |
| 7 | 1 | re | 40 | 5 | 1 | 45 | 3 | 1 |
| | | li | 220 | 22 | 1 | 125 | 10 | 0 |
| 8 | 1 | re | nz | 172 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| | | li | nz | nz | 59 | 5 | 1 | 0 |
| 9 | 3 | re | 121 | 15 | 0 | 36 | 5 | 1 |
| | | li | 43 | 1 | 1 | nz | 21 | 0 |
| 10 | 3 | re | 21 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | li | 67 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 3 | re | 74 | 7 | 1 | 8 | 1 | 0 |
| | | li | 34 | 2 | 0 | 19 | 2 | 0 |
| 12 | 3 | re | 71 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | | li | 68 | 7 | 1 | 6 | 1 | 0 |

Vt.: Versuchstage: 1 = 03.10.83
2 = 10.10.83
3 = 17.10.83

Tabelle 3: Urliste (Anzahl KBE pro Platte)
Versuchsteil: Verfahren 3

| Nr. | Vt. | Hd. | Vorwerte | | | Zwischenwerte | | | Nachwerte | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{0}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ |
| 1 | 3 | re | nz | 199 | 10 | nz | nz | 49 | nz | 68 | 4 |
| | | li | nz | 38 | 7 | nz | nz | 39 | nz | 128 | 29 |
| 2 | 3 | re | nz | 209 | 11 | nz | nz | 155 | nz | nz | 58 |
| | | li | nz | 240 | 20 | nz | nz | 95 | nz | nz | 54 |
| 3 | 3 | re | nz | 213 | 19 | nz | nz | 123 | nz | nz | 120 |
| | | li | nz | 55 | 7 | nz | 261 | 22 | 230 | 26 | 6 |
| 4 | 3 | re | nz | nz | 182 | nz | nz | 103 | nz | 70 | 14 |
| | | li | nz | nz | 103 | nz | nz | 290 | nz | 44 | 6 |
| 5 | 2 | re | 205 | 18 | 3 | nz | nz | 77 | 56 | 8 | 1 |
| | | li | 25 | 4 | 0 | 117 | 14 | 2 | 120 | 12 | 1 |
| 6 | 2 | re | nz | nz | 51 | nz | nz | 182 | nz | nz | 69 |
| | | li | nz | nz | 76 | nz | nz | 249 | nz | nz | 76 |
| 7 | 2 | re | 164 | 21 | 2 | nz | 96 | 8 | 47 | 5 | 0 |
| | | li | 70 | 10 | 0 | nz | 153 | 5 | 4 | 1 | 0 |
| 8 | 2 | re | nz | 82 | 5 | nz | nz | 128 | nz | 24 | 3 |
| | | li | nz | 131 | 10 | nz | nz | 311 | nz | 108 | 12 |
| 9 | 1 | re | nz | nz | 70 | nz | nz | 47 | nz | 242 | 24 |
| | | li | nz | nz | 40 | nz | nz | 97 | nz | 211 | 20 |
| 10 | 1 | re | 10 | 2 | 0 | 147 | 7 | 0 | 47 | 7 | 2 |
| | | li | 110 | 12 | 2 | 225 | 38 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | re | nz | 220 | 13 | nz | nz | 114 | 280 | 37 | 3 |
| | | li | nz | 101 | 9 | nz | nz | 55 | 135 | 17 | 1 |
| 12 | 1 | re | 50 | 6 | 0 | 198 | 29 | 1 | 84 | 10 | 0 |
| | | li | nz | 51 | 4 | nz | 243 | 28 | 68 | 17 | 0 |

Vt.: Versuchstage: 1 = 03.10.83
2 = 10.10.83
3 = 17.10.83

## 4.2. Erläuterungen zu den Umrechnungstabellen

Die folgenden drei Umrechnungstabellen sind wiederum den jeweiligen Versuchsreihen zugeordnet. Unter der Probandennummer (Nr.) und der Zuteilung zur rechten oder linken Hand (Hd.) sind folgende Werte aufgeführt:

1. Vorwerte:
   a. KBE/ml: Hier sind die verwertbaren Ergebnisse zwischen 30 und 300 KBE pro Platte aus den entsprechenden Vorwertspalten der Urlisten, umgerechnet in die Anzahlen kolonienbildender Einheiten pro 1 ml unverdünnter Lösung, ausgedruckt. Bei zwei verwertbaren Zählergebnissen für denselben Wert wurde bereits das gewichtete arithmetische Mittel gebildet (vgl.3.4.3.).
   b. $\overline{lg}$: logarithmierter Vorwert, d.h. Logarithmus der Anzahlen KBE pro 1 ml unverdünnter Lösung; angeführt ist der jeweilige Mittelwert aus rechter und linker Hand ($\overline{lg} = \frac{lg\ li + lg\ re}{2}$).
2. Zwischenwerte: siehe 1.a. und 1.b.
3. Nachwerte: siehe 1.a. und 1.b.
4. RF Seife: Reduktionsfaktor für die Vorwaschung mit Seife. Differenz aus dem logarithmierten Vorwert und dem dazugehörigen logarithmierten Zwischenwert.
5. RF Desinf.: Reduktionsfaktor für die Desinfektion. Differenz aus dem logarithmierten Zwischenwert und dem dazugehörigen logarithmierten Nachwert.
6. RF gesamt: Reduktionsfaktor für das ganze Verfahren. Differenz aus dem logarithmierten Vorwert und dem dazugehörigen logarithmierten Nachwert.
7. Bei Verfahren 2 ist RF Desinf. gleichbedeutend mit RF gesamt.
8. lg $\overline{VW}$: Mittelwert, gebildet aus den logarithmierten Vorwerten (siehe 1.b.) aller Probanden. Er soll größer oder gleich lg 3,5 sein.

Tabelle 4: Umrechnung der KBE/ml der rechten und linken Hand in deren logarithmischen Mittelwert $\overline{lg}$

Versuchsteil: Verfahren 1

| Nr. | Hd. | Vorwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | Zwischenwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | Nachwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | lg RF Seife | lg RF Desinf | lg RF gesamt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | re | 50000 | 5,05 | 37000 | 4,72 | 132 | 1,95 | 0,33 | 2,77 | 3,10 |
| | li | 247000 | | 75000 | | 61 | | | | |
| 2 | re | 127000 | 5,30 | 11400 | 4,36 | 126 | 2,24 | 0,94 | 2,12 | 3,06 |
| | li | 310000 | | 45000 | | 240 | | | | |
| 3 | re | 310000 | 5,32 | 287000 | 5,10 | 990 | 3,00 | 0,22 | 2,10 | 2,32 |
| | li | 138000 | | 55000 | | 1030 | | | | |
| 4 | re | 197000 | 5,78 | 100000 | 5,03 | 40 | 1,56 | 0,75 | 3,47 | 4,22 |
| | li | 1830000 | | 113000 | | 33 | | | | |
| 5 | re | 118000 | 4,72 | 26800 | 4,25 | 23 | 1,10 | 0,47 | 3,15 | 3,62 |
| | li | 23800 | | 11900 | | 7 | | | | |
| 6 | re | 52000 | 4,92 | 61000 | 4,90 | 110 | 2,75 | 0,02 | 2,15 | 2,17 |
| | li | 131000 | | 102000 | | 2900 | | | | |
| 7 | re | 10500 | 4,22 | 12400 | 3,98 | 720 | 2,30 | 0,24 | 1,68 | 1,92 |
| | li | 26300 | | 7500 | | 55 | | | | |
| 8 | re | 270000 | 5,50 | 78000 | 5,07 | 109 | 2,28 | 0,43 | 2,79 | 3,22 |
| | li | 370000 | | 175000 | | 340 | | | | |
| 9 | re | 95000 | 5,09 | 32000 | 4,59 | 400 | 2,49 | 0,50 | 2,10 | 2,60 |
| | li | 157000 | | 48000 | | 242 | | | | |
| 10 | re | 4500 | 3,84 | 3200 | 3,39 | 90 | 0,98 | 0,45 | 2,41 | 2,86 |
| | li | 10800 | | 1900 | | 0 | | | | |
| 11 | re | 234000 | 5,25 | 72000 | 4,71 | 29 | 1,92 | 0,54 | 2,79 | 3,33 |
| | li | 137000 | | 36000 | | 240 | | | | |
| 12 | re | 39000 | 4,33 | 5000 | 3,77 | 16 | 0,60 | 0,56 | 3,17 | 3,73 |
| | li | 11900 | | 6800 | | 1 | | | | |

$\overline{lg\ VW}$: 4,94 $\pm$ 0,57

Tabelle 5: Umrechnung der KBE/ml der rechten und linken Hand in deren logarithmischen Mittelwert $\overline{lg}$

Versuchsteil: Verfahren 2

| Nr. | Hd. | Vorwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | Nachwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | lg RF Desinf |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | re | 320000 | 5,26 | 490 | 1,35 | 3,91 |
| | li | 105000 | | 1 | | |
| 2 | re | 41000 | 4,39 | 144 | 2,14 | 2,25 |
| | li | 15000 | | 132 | | |
| 3 | re | 245000 | 4,96 | 22 | 1,26 | 3,70 |
| | li | 34000 | | 15 | | |
| 4 | re | 163000 | 5,37 | 80 | 1,51 | 3,86 |
| | li | 330000 | | 13 | | |
| 5 | re | 31000 | 4,05 | 7 | 1,08 | 2,97 |
| | li | 4000 | | 21 | | |
| 6 | re | 760000 | 5,57 | 2140 | 2,83 | 2,74 |
| | li | 180000 | | 215 | | |
| 7 | re | 4000 | 3,97 | 45 | 1,88 | 2,09 |
| | li | 22000 | | 125 | | |
| 8 | re | 172000 | 5,50 | 0 | 0,35 | 5,15 |
| | li | 590000 | | 5 | | |
| 9 | re | 12100 | 3,86 | 36 | 1,94 | 1,92 |
| | li | 4300 | | 210 | | |
| 10 | re | 2100 | 3,57 | 0 | 0,00 | 3,57 |
| | li | 6700 | | 1 | | |
| 11 | re | 7400 | 3,70 | 8 | 1,09 | 2,61 |
| | li | 3400 | | 19 | | |
| 12 | re | 7100 | 3,84 | 2 | 0,54 | 3,30 |
| | li | 6800 | | 6 | | |

lg $\overline{VW}$: 4,50 $\pm$ 0,77

Tabelle 6: Umrechnung der KBE/ml der rechten und linken Hand in deren logarithmischen Mittelwert $\overline{lg}$

Versuchsteil: Verfahren 3

| Nr. | Hd. | Vorwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | Zwischenwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | Nachwerte KBE/ml | $\overline{lg}$ | lg RF Seife | lg RF Desinf | lg RF gesam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | re | 199000 | 4,94 | 49000 | 4,64 | 680 | 2,97 | 0,30 | 1,67 | 1,97 |
| | li | 38000 | | 39000 | | 1280 | | | | |
| 2 | re | 209000 | 5,35 | 155000 | 5,08 | 5800 | 3,75 | 0,27 | 1,33 | 1,60 |
| | li | 240000 | | 95000 | | 5400 | | | | |
| 3 | re | 213000 | 5,03 | 123000 | 4,75 | 12000 | 3,22 | 0,28 | 1,53 | 1,81 |
| | li | 55000 | | 26100 | | 230 | | | | |
| 4 | re | 1820000 | 6,14 | 103000 | 5,24 | 700 | 2,74 | 0,90 | 2,50 | 3,40 |
| | li | 1030000 | | 290000 | | 440 | | | | |
| 5 | re | 20500 | 3,85 | 77000 | 3,98 | 56 | 1,91 | -0,13 | 2,07 | 1,94 |
| | li | 2500 | | 1170 | | 120 | | | | |
| 6 | re | 510000 | 5,79 | 182000 | 5,33 | 6900 | 3,86 | 0,46 | 1,47 | 1,93 |
| | li | 760000 | | 249000 | | 7600 | | | | |
| 7 | re | 16400 | 4,03 | 9600 | 4,08 | 47 | 1,14 | -0,05 | 2,94 | 2,89 |
| | li | 7000 | | 15300 | | 4 | | | | |
| 8 | re | 82000 | 5,02 | 128000 | 5,30 | 240 | 2,71 | -0,28 | 2,59 | 2,31 |
| | li | 131000 | | 311000 | | 1080 | | | | |
| 9 | re | 700000 | 5,72 | 47000 | 4,83 | 2420 | 3,35 | 0,89 | 1,48 | 2,37 |
| | li | 400000 | | 97000 | | 2110 | | | | |
| 10 | re | 10000 | 4,02 | 1470 | 3,27 | 47 | 0,84 | 0,75 | 2,43 | 3,18 |
| | li | 11000 | | 2390 | | 1 | | | | |
| 11 | re | 220000 | 5,17 | 114000 | 4,90 | 288 | 2,29 | 0,27 | 2,61 | 2,88 |
| | li | 101000 | | 55000 | | 135 | | | | |
| 12 | re | 5000 | 4,20 | 1980 | 3,84 | 84 | 1,88 | 0,36 | 1,96 | 2,32 |
| | li | 51000 | | 24300 | | 68 | | | | |

$lg\ \overline{VW}$: $4,94 \pm 0,76$

## 4.3. Vergleichende Darstellung der Reduktionsfaktoren

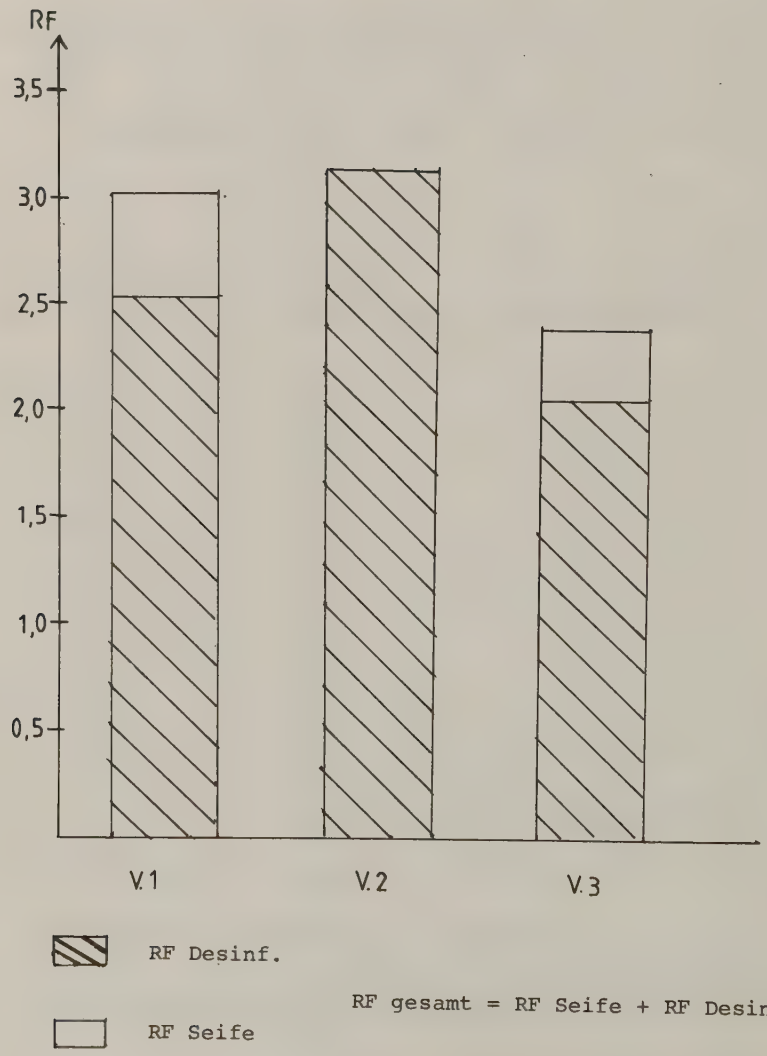
In der folgenden Tabelle sind die Reduktionsfaktoren, d.h. die Differenz aus dem logarithmierten Vorwert und dem entsprechenden logarithmierten Zwischen- oder Nachwert aller drei Versuchsreihen dargestellt.
Die Werte sind wiederum den entsprechenden Probandennummern (Nr.) zugeordnet. Außerdem wurde für jede Versuchsreihe der der Mittelwert aus den jeweiligen Reduktionsfaktoren (RF Seife, RF Desinf., RF gesamt) aller Probanden berechnet.

Tabelle 7: Übersicht der Reduktionsfaktoren

| Nr. | Verfahren 1 | | | Verfahren 2 | Verfahren 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RF Seife | RF Desinf. | RF ges. | RF ges. | RF Seife | RF Des | RF ges. |
| 1 | 0,33 | 2,77 | 3,10 | 3,91 | 0,30 | 1,67 | 1,97 |
| 2 | 0,94 | 2,12 | 3,06 | 2,25 | 0,27 | 1,33 | 1,60 |
| 3 | 0,22 | 2,10 | 2,32 | 3,70 | 0,28 | 1,53 | 1,81 |
| 4 | 0,75 | 3,47 | 4,22 | 3,86 | 0,90 | 2,50 | 3,40 |
| 5 | 0,47 | 3,15 | 3,62 | 2,97 | -0,13 | 2,07 | 1,94 |
| 6 | 0,02 | 2,15 | 2,17 | 2,74 | 0,46 | 1,47 | 1,93 |
| 7 | 0,24 | 1,68 | 1,92 | 2,09 | -0,05 | 2,94 | 2,89 |
| 8 | 0,43 | 2,79 | 3,22 | 5,15 | -0,28 | 2,59 | 2,31 |
| 9 | 0,50 | 2,10 | 2,60 | 1,92 | 0,89 | 1,48 | 2,37 |
| 10 | 0,45 | 2,41 | 2,86 | 3,57 | 0.75 | 2,43 | 3,18 |
| 11 | 0,54 | 2,79 | 3,33 | 2,61 | 0,27 | 2,61 | 2,88 |
| 12 | 0,56 | 3,17 | 3,70 | 3,30 | 0,36 | 1,96 | 2,32 |
| $\overline{RF}$ | 0,45 | 2,56 | 3,01 | 3,17 | 0,34 | 2,05 | 2,38 |
| $\pm$SD | 0,24 | 0,55 | 0,68 | 0,93 | 0,38 | 0,55 | 0,58 |

Verfahren 1: Seifenwaschung und Desinfektion, mit Bürste.
Verfahren 2: Desinfektion, mit Bürste.
Verfahren 3: Seifenwaschung und Desinfektion, ohne Bürste.

Abbildung 1: Gegenüberstellung der mittleren Reduktionsfaktoren (RF Seife, RF Desinf., RF gesamt) der drei Versuchsteile



## 4.4. Vergleichende Darstellung der Gesamtreduktionsfaktoren

In der folgenden Tabelle sind noch einmal die Gesamtreduktionsfaktoren, d.h. die effektive Keimreduktion nach vollständiger Durchführung des jeweiligen Desinfektionsverfahrens zusammengefaßt. Dieser Wert ergibt sich aus der Differenz von logarithmiertem Vorwert und dem entsprechenden logarithmiertem Nachwert.
Die Werte sind den entsprechenden Probandennummern (Nr.) zugeordnet.Außerdem wurde für jede Versuchsreihe der Mittelwert aus den jeweiligen Reduktionsfaktoren aller Probanden berechnet.

Tabelle 8: Übersicht der Gesamtreduktionsfaktoren

| Nr. | Verfahren 1 | Verfahren 2 | Verfahren 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 3,10 | 3,91 | 1,97 |
| 2 | 3,06 | 2,25 | 1,60 |
| 3 | 2,32 | 3,70 | 1,81 |
| 4 | 4,22 | 3,86 | 3,40 |
| 5 | 3,62 | 2,97 | 1,94 |
| 6 | 2,17 | 2,74 | 1,93 |
| 7 | 1,92 | 2,09 | 2,89 |
| 8 | 3,22 | 5,15 | 2,31 |
| 9 | 2,60 | 1,92 | 2,37 |
| 10 | 2,86 | 3,57 | 3,18 |
| 11 | 3,33 | 2,61 | 2,88 |
| 12 | 3,70 | 3,30 | 2,32 |
| $\overline{RF}$ | 3,01 | 3,17 | 2,38 |
| $\pm$SD | 0,68 | 0,93 | 0,58 |

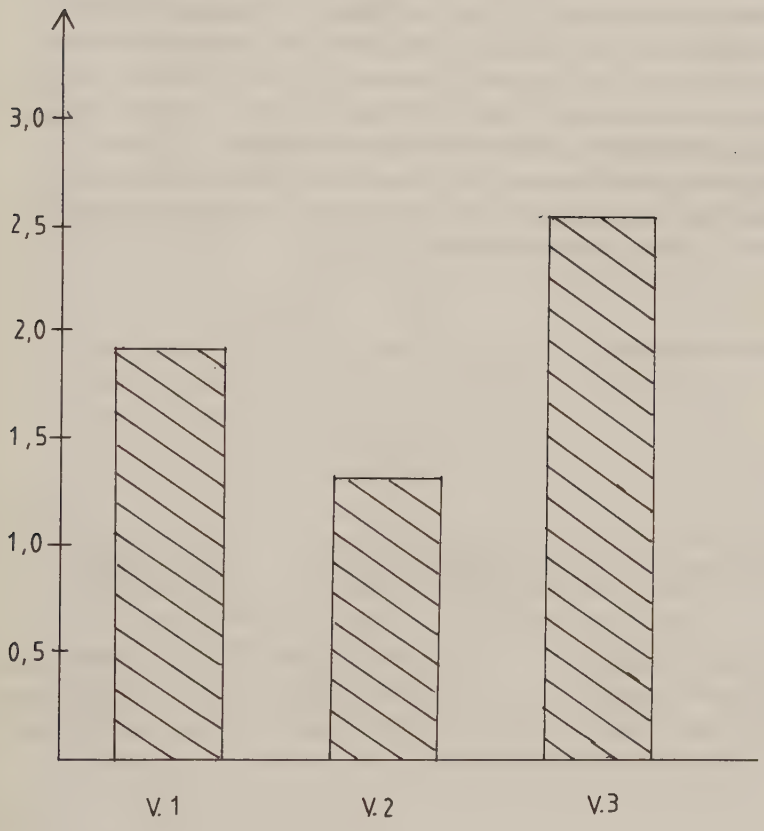
## 4.5. Vergleichende Darstellung der Nachwerte

In dieser Tabelle sind für alle drei Versuchsreihen die logarithmierten Nachwerte für jeden einzelnen Probanden (Nr.) aufgeführt, d.h. also die sofort nach der Desinfektion gemessenen Keimabgaben der Hände. Die jeweiligen Mittelwerte ($\overline{NW}$) und die Standardabweichungen (SD) aus allen zwölf Probanden wurden berechnet und in absoluten Keimzahlen ($\overline{KBE}$) angegeben.

Tabelle 9: Übersicht der logarithmierten Nachwerte

| Nr. | Verfahren 1 | Verfahren 2 | Verfahren 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,95 | 1,35 | 2,97 |
| 2 | 2,24 | 2,14 | 3,75 |
| 3 | 3,00 | 1,26 | 3,22 |
| 4 | 1,56 | 1,51 | 2,74 |
| 5 | 1,10 | 1,08 | 1,91 |
| 6 | 2,75 | 2,83 | 3,86 |
| 7 | 2,30 | 1,88 | 1,14 |
| 8 | 2,28 | 0,35 | 2,71 |
| 9 | 2,49 | 1,94 | 3,35 |
| 10 | 0,98 | 0,00 | 0,84 |
| 11 | 1,92 | 1,09 | 2,29 |
| 12 | 0,60 | 0,54 | 1,88 |
| $\overline{NW}$ | 1,93 | 1,33 | 2,56 |
| SD | 0,74 | 0,80 | 0,97 |
| $\overline{KBE}$ | 85 | 21 | 363 |
| SD | 5 | 6 | 9 |

Abbildung 2 : Gegenüberstellung der mittleren logarithmierten Nachwerte der drei Versuchsteile



## 4.6. Statistische Auswertung der Ergebnisse

### 4.6.1. Versuchsanordnung und Auswertung

Am Versuch nahmen zwölf Probanden teil. Es wurden drei verschiedene Verfahren in Form einer offenen Cross-over-Studie untersucht. Die zwölf Probanden wurden in drei Gruppen von vier Personen nach dem Zufallsprinzip eingeteilt, wobei jede dieser Gruppen an einem Versuchstag ein Verfahren anwandte. Dabei führten nie zwei Gruppen an einem Versuchstag dasselbe Verfahren durch. Zusammenfassend wurden die logarithmierten Reduktionsfaktoren der einzelnen Verfahren bzw. deren Komponenten aufgelistet und verglichen.

Versuchsschema:

n = 12

| Verfahren 1 | Verfahren 2 | Verfahren 3 |
|---|---|---|
| a. lg RF (gesamt) | a. lg RF (gesamt) | a. lg RF (gesamt) |
| b. lg RF (Seife) | | b. lg RF (Seife) |
| c. lg RF (Desinf) | c. lg RF (Desinf) | c. lg RF (Desinf) |

n = Zahl der Probanden
lg RF = logarithmierter Reduktionsfaktor

Erwünschte Vergleiche:

1. Vergleich der lg RF (gesamt):

   Verfahren 1 - Verfahren 2
   Verfahren 1 - Verfahren 3
   Verfahren 2 - Verfahren 3

2. Vergleich der lg RF (Seife):

   Verfahren 1 - Verfahren 3

3. Vergleich der lg RF (Desinf):

   Verfahren 1 - Verfahren 3

Verfahren 1: Seifenwaschung und Desinfektion mit Bürste.
Verfahren 2: Seifenwaschung entfällt, Desinfektion mit Bürste.
Verfahren 3: Seifenwaschung und Desinfektion ohne Bürste.

## 4.6.2. Anmerkungen zur Anwendung des Vorzeichen-Rangtestes für Paardifferenzen nach Wilcoxon

- Als Wertepaare (lg RF) einander gegenübergestellt werden die Reduktionsfaktoren des gleichen Probanden aus zwei verschiedenen Versuchsreihen. Aus jedem dieser Paare bildet man die Differenz unter Berücksichtigung des Vorzeichens.
- Dem Betrag ( d.h. ohne Beachtung des Vorzeichens) der Differenzen werden Rangplätze zugeteilt, und zwar dem kleinsten Wert der Rang 1, dem zweitkleinsten Rang 2 und so weiter. Wenn zwei oder mehrere Differenzwerte gleichgroß sind, wird diesen der Mittelwert der nächsten zu verRänge zugeordnet.
- Jede Rangzahl erhält das Vorzeichen der Differenz.
- Aus den positiven und den negativen Rangzahlen wird jeweils die Rangsumme gebildet. Der Prüfwert T entspricht der kleineren der Rangsummen.
- Entsprechend der Anzahl der Paare kann nun aus der folgenden Tabelle abgelesen werden, ob eine Signifikanz vorliegt. Dies ist dann der Fall, wenn T kleiner oder gleich groß wie der entsprechende Tabellenwert ist.

| n | Signifikanzniveau | | |
|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 12 | 22 | 17 | 9 |

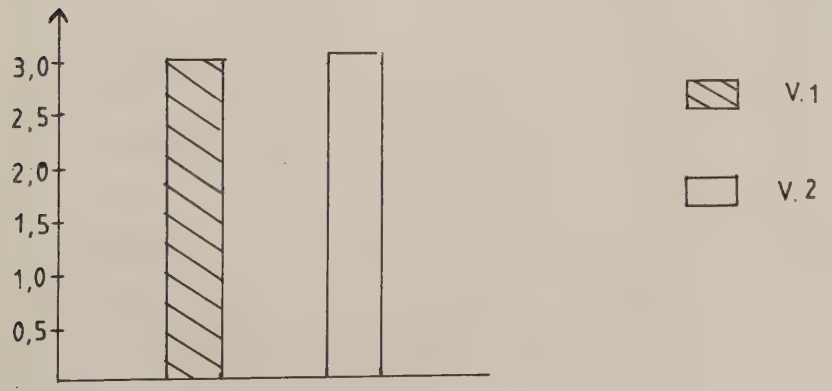
## 4.6.3. Signifikanzprüfung

1. Vergleich der lg RF (gesamt)
   a. Verfahren 1 - Verfahren 2 (V.1 - V.2)

| Nr. | lg RF (gesamt) V.1 | V.2 | Diff. | Rang |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,10 | 3,91 | -0,81 | - 9,5 |
| 2 | 3,06 | 2,25 | 0,81 | 9,5 |
| 3 | 2,32 | 3,70 | -1,38 | -11 |
| 4 | 4,22 | 3,86 | 0,36 | 2 |
| 5 | 3,62 | 2,97 | 0,65 | 5 |
| 6 | 2,17 | 2,74 | -0,57 | - 4 |
| 7 | 1,92 | 2,09 | -0,17 | - 1 |
| 8 | 3,22 | 5,15 | -1,93 | -12 |
| 9 | 2,60 | 1,92 | 0,68 | 6 |
| 10 | 2,86 | 3,57 | -0,71 | - 7 |
| 11 | 3,33 | 2,61 | 0,72 | 8 |
| 12 | 3,70 | 3,30 | 0,40 | 3 |
| Rangsumme (+) | | | | 33,5 |
| Rangsumme (-) | | | | 44,5 |
| T | | | | 33,5 |

Ergebnis: Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Verfahren.

Abbildung 3: Vergleich der mittleren Reduktionsfaktoren (RF gesamt) der Verfahren 1 und 2.

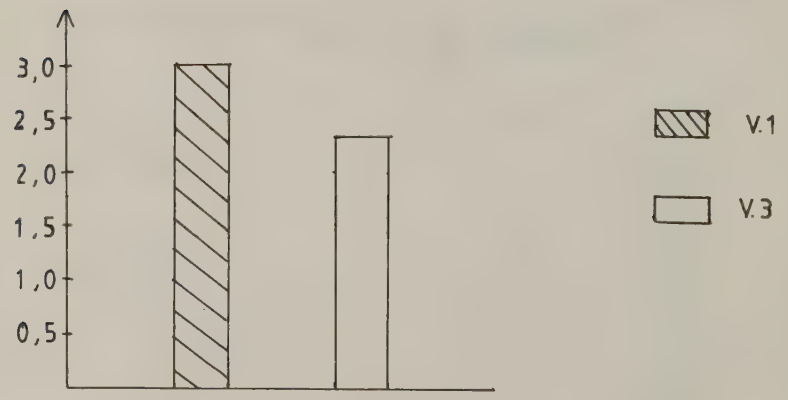


1. Vergleich der lg RF (gesamt)
   b. Verfahren 1 - Verfahren 3 (V.1 - V.3)

| Nr. | lg RF (gesamt) V.1 | V.3 | Diff. | Rang |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,10 | 1,97 | 1,13 | 9 |
| 2 | 3,06 | 1,60 | 1,46 | 11 |
| 3 | 2,32 | 1,81 | 0,51 | 5 |
| 4 | 4,22 | 3,40 | 0,82 | 6 |
| 5 | 3,62 | 1,94 | 1,68 | 12 |
| 6 | 2,17 | 1,93 | 0,24 | 2 |
| 7 | 1,92 | 2,89 | -0,97 | - 8 |
| 8 | 3,22 | 2,31 | 0,91 | 7 |
| 9 | 2,60 | 2,37 | 0,23 | 1 |
| 10 | 2,86 | 3,18 | -0,32 | - 3 |
| 11 | 3,33 | 2,88 | 0,45 | 4 |
| 12 | 3,70 | 2,32 | 1,38 | 10 |
| Rangsumme (+) | | | | 67 |
| Rangsumme (-) | | | | 11 |
| T | | | | 11 |

Ergebnis: Die Keimreduktion ist bei Verfahren 1 signifikant höher.

Abbildung 4: Vergleich der mittleren Reduktionsfaktoren (RF gesamt) der Verfahren 1 und 3.



1. Vergleich der lg RF (gesamt)
   c. Verfahren 2 - Verfahren 3 (V.2 - V.3)

| Nr. | lg RF (gesamt) V.2 | V.3 | Diff. | Rang |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,91 | 1,97 | 1,94 | 11 |
| 2 | 2,25 | 1,60 | 0,65 | 5 |
| 3 | 3,70 | 1,81 | 1,89 | 10 |
| 4 | 3,86 | 3,40 | 0,46 | 4 |
| 5 | 2,97 | 1,94 | 1,03 | 9 |
| 6 | 2,74 | 1,93 | 0,81 | 7 |
| 7 | 2,09 | 2,89 | -0,80 | - 6 |
| 8 | 5,15 | 2,31 | 2,84 | 12 |
| 9 | 1,92 | 2,37 | -0,45 | - 3 |
| 10 | 3,57 | 3,18 | 0,39 | 2 |
| 11 | 2,61 | 2,88 | -0,27 | - 1 |
| 12 | 3,30 | 2,32 | 0,98 | 8 |
| Rangsumme (+) | | | | 68 |
| Rangsumme (-) | | | | 10 |
| T | | | | 10 |

Ergebnis: Die Keimreduktion ist bei Verfahren 2 signifikant höher.

Abbildung 5: Vergleich der mittleren Reduktionsfaktoren (RF gesamt) der Verfahren 2 und 3.

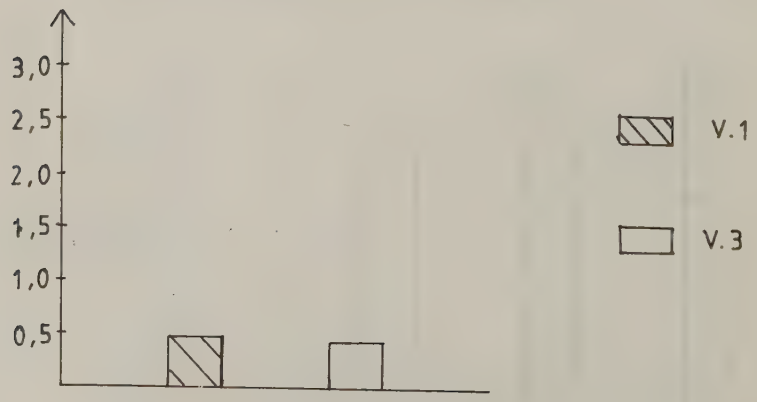
2. Vergleich der lg RF (Seife)

a. Verfahren 1 - Verfahren 3 (V.1 - V.3)

| Nr. | lg RF (Seife) V.1 | V.3 | Diff. | Rang |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,33 | 0,30 | 0,03 | 1 |
| 2 | 0,94 | 0,27 | 0,67 | 11 |
| 3 | 0,22 | 0,28 | -0,06 | - 2 |
| 4 | 0,75 | 0,90 | -0,15 | - 3 |
| 5 | 0,47 | -0,13 | 0,60 | 10 |
| 6 | 0,02 | 0,46 | -0,44 | - 9 |
| 7 | 0,24 | -0,05 | 0,29 | 6 |
| 8 | 0,43 | -0,28 | 0,71 | 12 |
| 9 | 0,50 | 0,89 | -0,39 | - 8 |
| 10 | 0,45 | 0,75 | -0,30 | - 7 |
| 11 | 0,54 | 0,27 | 0,27 | 5 |
| 12 | 0,56 | 0,36 | 0,20 | 4 |
| Rangsumme (+) | | | | 49 |
| Rangsumme (-) | | | | 29 |
| T | | | | 29 |

Ergebnis: Es besteht kein signifikanter Unterschied.

Abbildung 6: Vergleich der mittleren Reduktionsfaktoren (RF Seife) der Verfahren 1 und 3.



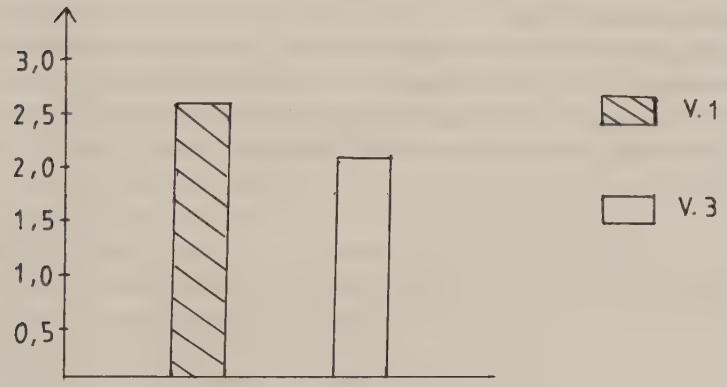
3. Vergleich der lg RF (Desinf)

a. Verfahren 1 - Verfahren 3 (V.1 - V.3)

| Nr. | lg RF (Desinf) V.1 | V.3 | Diff. | Rang |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,77 | 1,67 | 1,10 | 10 |
| 2 | 2,12 | 1,33 | 0,79 | 7 |
| 3 | 2,10 | 1,53 | 0,57 | 4 |
| 4 | 3,47 | 2,50 | 0,97 | 8 |
| 5 | 3,15 | 2,07 | 1,08 | 9 |
| 6 | 2,15 | 1,47 | 0,68 | 6 |
| 7 | 1,68 | 2,94 | -1,26 | -12 |
| 8 | 2,79 | 2,59 | 0,20 | 3 |
| 9 | 2,10 | 1,48 | 0,62 | 5 |
| 10 | 2,41 | 2,43 | -0,02 | - 1 |
| 11 | 2,79 | 2,61 | 0,18 | 2 |
| 12 | 3,17 | 1,96 | 1,21 | 11 |
| Rangsumme (+) | | | | 65 |
| Rangsumme (-) | | | | 13 |
| T | | | | 13 |

Ergebnis: Die Keimreduktion ist bei Verfahren 1 signifikant höher.

Abbildung 7: Vergleich der mittleren Reduktionsfaktoren (RF Desinf) der Verfahren 1 und 3.



4.6.4. Zusammenfassung und Auswertung der Ergebnisse

In Anlehnung an die von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie herausgegebenen Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren (8) wurde ein Signifikanzniveau von $p = 0,1$ gewählt, d.h. bei $n = 12$ muß T gleichgroß oder kleiner als 22 sein.

Die Ergebnisse im Einzelnen:

1. Vergleich der lg RF (gesamt):
   a. V.1 - V.2: kein signifikanter Unterschied.
   b. V.1 - V.3: signifikant höhere Keimreduktion bei V.1.
   c. V.2 - V.3: signifikant höhere Keimreduktion bei V.2.

2. Vergleich der lg RF (Seife):
   a. V.1 - V.3: kein signifikanter Unterschied.

3. Vergleich der lg RF (Desinf):
   a. V.1 - V.3: signifikant höhere Keimreduktion bei V.1.

Zusammenfassend ergab sich:

1. Die Seifenwaschung bringt keine Verbesserung der Keimreduktion.
2. Die Verwendung der Nagelbürste bei der Seifenwaschung bringt keine Verbesserung der Keimreduktion.
3. Die Verwendung der Nagelbürste bei der Desinfektion ergibt eine signifikant höhere Keimreduktion.

## 5. Diskussion

Es sollte untersucht werden, welchen Einfluß die Vorwaschung mit Seife und die Verwendung einer Nagelbürste auf das Desinfektionsergebnis haben. Dabei betrug die Gesamtzeit der Händereinigung 10 Minuten, wobei je 5 Minuten auf die Vorwaschung und 5 Minuten auf die eigentliche Desinfektion entfielen. Dabei ist anzumerken, daß die Frage der Reinigungszeit keineswegs endgültig geklärt ist. Es scheint erwiesen, daß eine fünfminütige Desinfektion den gleichen Effekt wie eine zehnminütige hat (9). Andere Autoren sehen 2 Minuten, manche sogar nur 10 bis 20 Sekunden als ausreichend an (3,28). Bei so kurzen Einwirkungszeiten muß man jedoch bedenken, daß das Desinfektionsmittel unter Umständen nicht alle Bereiche der Hand erreicht, und daß der mechanische Effekt der Händereinigung praktisch entfällt.

In den vorliegenden Versuchen wurden drei Verfahren der Chirurgischen Händedesinfektion so angewandt, daß es möglich war,

1.die Gesamtwirkung der Verfahren
2.die einzelnen Komponenten getrennt zu beurteilen.

Als Verfahren 1 diente dabei eine Methode, wie sie derzeit am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Tübingen für alkoholische Desinfektionsmittel vorgeschrieben ist: eine fünfminütige Vorwaschung mit Seife und Bürste und anschließend eine fünfminütige Desinfektion mit Bürste. Bei Verfahren 2 entfiel die gesamte Vorwaschung, es erfolgte nur die fünfminütige Desinfektion mit Bürste. Bei Verfahren 3 wurde auf die Verwendung der Bürste sowohl bei der Vorwaschung als auch bei der Desinfektion verzichtet.

Es wurde bei jedem Probanden von der unbehandelten Tageshand ausgegangen.

Bei den Verfahren 1 und 3 wurden nach der Vorwaschung Zwischenwerte erhoben, um die Wirkung dieser Vorwaschung gesondert beurteilen zu können.

Um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu haben, wurden

1. die Menge und die Zugabe des angewandten n-Propanols vorgeschrieben,
2. die Zeit für die einzelnen Phasen vorgegeben und mit einer Stoppuhr kontrolliert,
3. alle Probanden beim Waschvorgang angeleitet, um zu gewährleisten, daß die Desinfektionsmaßnahmen ordnungsgemäß durchgeführt wurden.

Die Verwendung der Materialien, die Verarbeitung der Sammelflüssigkeiten sowie die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in Anlehnung an den von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie am 01.01.1981 veröffentlichten 1. Teilabschnitt der Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren (8).

Als Desinfektionsmittel wurde n-Propanol (60 Vol%) verwendet, dessen Eignung zur Chirurgischen Händedesinfektion in zahlreichen Untersuchungen bewiesen wurde (4,25,29,33, 37,47,48,49,50,55,56).

Die Keimabnahme erfolgte nach der Fingerknethmethode, die auch von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie bei der Prüfung von chemischen Desinfektionsverfahren empfohlen wird (8).

Dieses Verfahren hat gegenüber anderen möglichen Verfahren wie z.B. der Schüsselmethode, der Plastiksackmethode nach Gaschen, der Glaszylindermethode oder der Handschuhsaftmethode den Vorteil, daß bei geringem Versuchsaufwand eine hohe Ausbeute und eine besondere Berücksichtigung des in der Praxis wichtigen Gebietes der Fingerspitzen und der Fingernägel möglich ist (7,14,15,31,39,40,44,51).

In den vorliegenden Untersuchungen unterscheiden sich die Gesamtreduktionsfaktoren von Verfahren 1 und Verfahren 2 nicht signifikant, d.h. die Reduktion der Keime war bei dem Verfahren ohne Seifenwaschung ungefähr so groß, wie beim kombinierten Verfahren mit Seifenwaschung und Desinfektion. Es stellte sich heraus, daß es dabei keine Rolle spielt,

ob bei der Seifenvorwaschung eine Nagelbürste verwendet wird.
Dieses Ergebnis steht im Einklang mit zahlreichen anderen Untersuchungen, die bestätigen, daß die Vorwaschung mit Seife und Bürste zwar die transiente Flora wirksam entfernt, jedoch zur Reduktion der residenten Flora, auf die es bei der Chirurgischen Händedesinfektion vor allem ankommt, ungeeignet ist. Einige Untersucher sprechen von einer Reduktion um 50%, die Werte dieser Untersuchung liegen im selben Bereich (2,3,9,28,30,32,33,40,56).
Price (40) sieht den Sinn einer Vorwaschung darin, Schmutz und Fett von der Haut zu entfernen, um die Wirkung der anschließenden chemischen Desinfektion zu erhöhen. Dieser Effekt konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden. Die Gesamtreduktion der Keime war ohne jede Vorwaschung genauso gut wie bei fünfminütiger Seifenvorwaschung mit anschließender fünfminütiger Desinfektion. Die absolute Keimzahl nach der Händedesinfektion lag bei Verfahren 2 sogar niedriger als bei Verfahren 1. Außerdem wurden bei einigen Probanden nach der Seifenvorwaschung höhere Keimzahlen als vor der Waschung festgestellt.
Rebrs Aussage (43), daß es nach Anwendung von Seife durch Eröffnung neuer Keimkompartimente der Haut zu einer erhöhten und beschleunigten Keimabgabe von der Hand kommt, konnte mit dem vorliegenden Versuchsansatz jedoch nicht statistisch gesichert werden.
In den eigenen Versuchen zeigte sich, daß bei Verwendung einer Nagelbürste hochsignifikant bessere Ergebnisse erzielt wurden. Sowohl bei Verfahren 1 als auch bei Verfahren 2, bei denen die Bürste verwendet wurde, war die Keimreduktion deutlich höher als bei Verfahren 3, wo auf den Einsatz der Bürste verzichtet wurde.
Ein interessantes Detail zeigte sich beim Vergleich der Verfahren 1 und 3. Bei der Seifenvorwaschung ergaben sich durch den Einsatz der Nagelbürste keine signifikanten Unterschiede, während die Wirkung der anschließenden Desin-

fektion durch die Verwendung der Nagelbürste deutlich gesteigert werden konnte.
Die Ursache könnte darin liegen, daß das Desinfektionsmittel intensiv einmassiert wird, dadurch in tiefere und unzugängliche Hautareale eindringt und eine bessere Wirkung entfaltet.
Diese Ergebnisse widersprechen der von Lammers (27) geäußerten Ansicht, daß die Bürste keinen Einfluß auf die Zahl der persistierenden Keime und somit keine Bedeutung für den Desinfektionserfolg habe.
Es gibt jedoch noch andere Einwände gegen die Verwendung einer Bürste. Einmal kann die Bürste selbst durch unsachgemäße Aufbewahrung oder Handhabung zu einem Keimträger werden und damit mehr Schaden als Nutzen anrichten (27,34). Dieses Risiko kann jedoch durch Sterilisierung und sterile Aufbewahrung in Trommeln und Spendern deutlich herabgesetzt werden.
Das zweite Problem scheint schwerwiegender zu sein. Durch häufiges und intensives Bürsten kann es zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber dem Desinfektionsmittel, zu einer mechanischen Schädigung und gegebenenfalls zu einer Dermatitis kommen (3,27,60). Diese chronisch geschädigte Haut stellt für chirurgische Händedesinfektionsmaßnahmen ein besonderes Problem dar.
Durch die Entzündung und die Zerstörung der hauteigenen Bakterienflora kommt es zu einer verstärkten Haftung, Ansiedlung und Vermehrung von hautfremden unter Umständen auch pathologischen Keimen (3,33,56,60)
Zum anderen ist die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln auf dermatitisch vorgeschädigter Haut herabgesetzt, und es kommt deshalb nur zu einer ungenügenden Keimreduktion (5,56,59,60). Außerdem wird jemand mit empfindlichen und geschädigten Händen sich nur ungern ausgedehnten Desinfektionsmaßnahmen unterziehen (56).
Diese Probleme lassen sich verringern, indem man hautschonende Präparate verwendet, auf ausgedehnte Vorwaschung-

en und überlange Desinfektionszeiten verzichtet und die Bürste effektiv, nämlich zur Desinfektion der Nagelbereiche einsetzt.
Deshalb sollte trotz der obengenannten Einwände auf den Gebrauch einer Nagelbürste bei der Chirurgischen Händedesinfektion nicht verzichtet werden, da ihre Wirksamkeit sowohl in den eigenen Versuchen als auch in den Untersuchungen anderer Autoren bestätigt werden konnte (3,30, 32,40).
Setzt man die in den vorliegenden Versuchen gefundenen Ergebnisse, nämlich Unwirksamkeit der Seifenvorwaschung und Wirksamkeit der Nagelbürste bei der Desinfektion, in die Praxis um, kann man zu folgendem Vorgehen gelangen, das ähnlich auch bei Kanz sowie Weuffen, Oberdoerster, Kramer beschrieben wird (21,62).

| | |
|---|---|
| 1. Nach Vorreinigung der Nägel werden Hände und Unterarme unter Reibebewegungen mit warmem Wasser gewaschen, um groben Schmutz zu entfernen. | Dauer 1-2 min. |
| 2. Desinfektion | Dauer |
| a. Einreiben der Hände und Unterarme bis zum Ellbogen mit Desinfektionsmittel; dabei soll die Haut ständig feucht gehalten werden. | 2 min. |
| b. Desinfektion der Nagelbereiche mit einer sterilen Nagelbürste. | Dauer 1 min. |
| c. Einreiben der Hände bis zum Handgelenk mit Desinfektionsmittel; dabei soll die Haut ständig feucht gehalten werden. | Dauer 2 min. |

Anschließend läßt man die Hände trocknen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuche, nämlich die erhöhte Keimreduktion bei Verwendung einer Nagelbürste beim Desinfektionsvorgang, sowie die Unwirksamkeit einer Seifenvorwaschung, könnte dazu führen, das Verfahren der Chirurgischen Händedesinfektion mit alkoholischen Präparaten weiter zu vereinfachen.
Eine solche Vereinfachung erscheint wünschenswert, da ein unkompliziertes und leicht erlernbares Verfahren zur Chirurgischen Händedesinfektion in der Praxis wohl besser und effektiver durchgeführt wird.

## 6. Literaturverzeichnis


1. Ahrens,C.B.F.W.: Die Wirkung von fließendem Leitungswasser auf die Keimverminderung künstlich infizierter Hände. Dtsch. Gesundh.- Wes. 12 (1957) 1109-1114
2. American College of Surgeons: Manual on control of infection in surgical patients. Lippingcott Philadelphia-Toronto (1976) 100-107
3. Anonym: The surgical scrub, Br.Med.J. (1970) 418
4. Ayliffe,G.A.J., J.R.Babb u. A.H.Quoraishi: A test for 'hygienic' hand disinfection. J.Clin.Path. (1978) 923-928
5. Brunn,J.N. u. C.O.Solberg: Hand carriage of gram-negative bacilli and staphylococcus aureus. Br.Med.J. (1973) 580-582
6. Cavalli-Sforza,L.: Biometrie. Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik. G.Fischer Stuttgart (1974)
7. Deuter,H.:Diss.med.dent., Univ.Tübingen(1985)
8. Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie: Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren, 1. Teilabschnitt, G. Fischer Stuttgart (1981)
9. Dineen,P: An evaluation of the duration of the surgical scrub. Surg. Gynec. Obstet., (1969) 1181-1184
10. Dineen,P.: Vergleich zwischen der Rotter- und Handschuhsaft-Methode zur Beurteilung der chirurgischen Händedesinfektion. In: Händedesinfektion. Internationales Seminar, München, Informed, Gräfelfing (1981) 113-118

11. Engley,F.B.: Aspekte zur Bewertung von Maßnahmen zur Haut- und Händedesinfektion: Ein kritischer Kommentar. In: Händedesinfektion, Internationales Seminar, München, Informed Gräfelfing (1981) 145-148

12. Flamm,H. u. H.-P. Werner: Überprüfung der Eignung von Betaisodona-Flüssigseife für die Chirurgische Händedesinfektion. Gutachten, Hygiene-Institut der Universität Wien, 1973 a

13. Flamm,H. u. H.-P. Werner: Überprüfung der bakteriziden und fungiziden Wirkung von Betaisodona-Flüssigseife und Betaisodona-Lösung im Suspensionsversuch. Gutachten, Hygiene-Institut der Universität Wien, 1973 b

14. Food and Drug Administration: Proposal to establish a monograph for O-T-C topical antimicrobial products. U.S. Fed.Reg. 39 (1974) 33102-33142

15. Gaschen,M.: Vergleichende Studie zweier bestimmter Methoden zur Gewinnung der auf den Händen befindlichen Hautflora. Helv.Chir.Acta.35 (1968) 372-377

16. Grün,L.: Zur Entwicklung der Desinfektion und Sterilisation im medizinischen Bereich. Goldschmidt informiert (1976) Nr.1 8-10

17. Gundermann,K.-O.: Entwicklung der Desinfektionsverfahren und ihrer Bewertung. Hyg.+ Med. 6 (1981) 356-359

18. Harke,H.-P.: Zur Toxikologie der in Desinfektionsmitteln als Wirkstoffe eingesetzten aliphatischen Alkoholen. Hyg.+ Med. 3 (1978) 76-80

19. Janbroers,J.M.: Händedesinfektion: Neue Tendenzen praxisfremd und ärztefeindlich. Krankenhausarzt 54 (1981) 273-274

20. Jentsch,G.: Persönliche Mitteilung, 1983

21. Kanz,E.: Aseptik in der Chirurgie; Urban & Schwarzenberg (1971) 47-48

22. Knolle,P.: Alt und aktuell - Keime und Jod. Hosp.Hyg. 67 (1975) 389-398

23. Knolle,P.: Kontrovers zu G.Wewalka/M.Rotter/W.Koller, Wien, Krankenhausarzt 54 (1981a) 884-892

24. Knolle,P.: Fragen zur Probandenprüfung von Hautdesinfektionsmitteln, Händedesinfektion; Internationales Seminar, München,Informed Gräfelfing, (1981b) 11-19

25. Koppensteiner,G.: Thema Händedesinfektion, Hyg.+Med.3 (1978) 320-321

26. Koppensteiner,G.: Bericht vom PVP-Jod Symposium, Krhshyg.+ Infverh. 13/14 (1980) 328-332

27. Lammers,T.: Zur Prüfung der Händedesinfektion, Hyg.+ Med.3 (1978) 316-318

28. Litsky,B.Y, u. W.Litsky: Lengthy surgical scrubs may not be necessary for all O.R. personnel, new study indicates, Modern Hospital (1972) 120-123

29. Lowbury,E.J.L., H.A. Lilly,u. J.P.Bull: Methods for disinfection of hands and operation sites, Br.Med.J. (1964) 53-60

30. Lowbury,E.J.L., G.A.J.Ayliffe, A.M.Geddes u. J.D. Williams: Disinfection (2) Cleaning and disinfection procedures, in: Control of Hospital Infection, Chapman and Hall, London (1977) 65-66

31. Männer,F. M.Rotter u. H.Mittermayer: Vergleichende Untersuchungen zur Keimgewinnung der künstlich kontaminierten Hand, Zbl.Bakt.Hyg., I. Abt.Orig.B (1975) 412-431

32. Ministry of Health and Environmental Protection: Avoidance of contact infections by physicians, nurses and other staff (e.g. technicians) in the operating theatre. Gouvernement Publishing Office, The Hague (1980) 215-218

33. Mittermayer,H. u. M.Rotter: Vergleich der Wirkung von Wasser, einigen Detergentien und Äthylalkohol auf die transiente Flora der Hände, Zbl.Bakt.Hyg., I. Abt. Orig. B (1975) 163-172

34. Müller,R.: Bekämpfung nosokomialer Infektionen: Händedesinfektion, Mschr. Kinderheilk. 125 (1977) 302-304

35. Mundipharma: Betaisodona-Produktinformation; Mundipharma GmbH, Limburg

36. Müntener,M., H.Schwarz u. H.Reber: Zur chirurgischen Händedesinfektion mit einem Jodophor (Betadine),Schweiz.med.Wschr. 102 (1972) 699-706

37. Ojajärvi,J.: Effectiveness of hand washing and disinfection methods in removing transient bacteria after patient nursing, J.Hyg. (Camb) 85 (1980) 193.

38. Ojajärvi,J.: The imprtance of soap selection for routine hand hygiene in hospital, J.Hyg. (Camb) 86 (1981) 275-283

39. Pachtman,E.A. , E.E.Vicher: u. M.J.Brunner: The bacteriologic flora in seborrhoic dermatitis, J.inverst.Derm. 22 (1954) 389

40. Price,P.B.: The bacteriology of normal skin: a new quantitative test applied to a study of the bacterial flora and the disinfection action of the mechanical cleansing, J.infect.Dis. 63 (1938) 301-318

41. Pulverer,G.u.K.P. Schaal: Geschichte der Krankenhausinfektionen. In: Hygiene und Infektion im Krankenhaus, Hrsg: E.Thofern und K.Botzenhart. Fischer, Stuttgart (1983) 1.Auflage 5-23

42. Reber,H.: Zur Prüfung der hygienischen Händedesinfektion in der Praxis, Händedesinfektion, Internationales Seminar, München, Informed Gräfelfing, (1981a) 35-38

43. Reber,H.: Einfluß der Seifenwaschung auf die Keimabgabe durch die Hand. In: Händedesinfektion. Internationales Seminar München, Informed, Gräfelfing (1981b) 77-85

44. Reber,H., J.Bircher u. P.Grumbach: Zur chirurgischen Händedesinfektion mit Hexachlorophen, Path. Microbiol. 23 (1960) 581-586

45. Rotter,M.: Hygienische Händedesinfektion, Hyg.+ Med.8 (1983) 399-403

46. Rotter,M.: Probleme bei der Händedesinfektion. In: Stellungnahmen zu aktuellen Fragen der Desinfektion, Sterilisation, Chemotherapie; Hrsg.: D.Schaaf. Hygieneplan Berlin 83-91

47. Rotter,M., W.Koller u. G.Wewalka: Povidone-iodine and chlorhexidine gluconate containing detergents for disinfection of hands; J.Hosp.Inf. 1 (1980a) 149-158

48. Rotter,M., W.Koller u. G.Wewalka: Über die Wirksamkeit von PVP-Jod-haltigen Präparationen bei der Händedesinfektion; Hyg.+ Med. 5 (1980b) 553-557

49. Rotter,M., W.Koller u. G.Wewalka: Eignung von Chlorhexidingluconat- und PVP-Jod-haltigen Präparationen zur Händedesinfektion; Hyg.+ Med. 6 (1981) 425-430

50. Rotter,M., G.Wewalka u. W.Koller: Chirurgische Händedesinfektion mit Alkoholen: Praxisfremd und ärztefeindlich oder verantwortungsbewußt und patientenfreundlich? Krankenhausarzt 54 (1981) 890-892

51. Rotter,M., G.Wewalka u. W.Koller: Einfluß einiger Variablen auf die Ergebnisse von Prüfungen Hygienischer Händedesinfektionsverfahren; Hyg.+ Med. 7 (1982) 157-166

52. Schubert,R.: Krankenhausbedürfnisse der Händedesinfektion; Krhshyg.+ Infverh. 1 (1982) 12-15

53. Selwyn,S. u. H.Ellis: Skin bacteria and skin disinfection reconsidered; Br.Med.J. (1972) 136-140

54. Spangenberg,H.: PVP-Jod: ein moderner Wirkstoff für die Haut- und Händedesinfektion; Schwester und Pfleger 18 (1979) 410-413

55. Spicher,G.: Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Faktoren, die ihre Wirksamkeit und Brauchbarkeit beeinflussen; Path.Microbiol. 36 (1970) 259-276

56. Steere,A.C. u. G.F.Mallison: Handwashing practices for the prevention of nosocomial infections; Ann.Int.Med. 83 (1975) 683-690

57. Sumner,M. u. A.B.Joress: A study of disinfection of the skin: a comparison of povidone-iodine with other agents used for surgical scrubs; Ann. Surg. 155 (1962) 296-304

58. Walter,C.W.: Disinfection of hands; Am.J.Surg. 109 (1965) 691-693

59. Walter,C.W. u. R.B.Kundsin: The bacteriologic study of surgical gloves from 250 operations; Surg.Gynec.Obstet 129 (1969) 949-952

60. Wenzel,S.: Die Sterilisations- und Desinfektionsmethoden in Vergangenheit und Gegenwart; Goldschmidt informiert Nr.1 (1976) 42-50

61. Weuffen,W., F.Oberdoerster u. A.Kramer: Krankenhaushygiene: Barth, Leipzig, 2.Auflage (1981) 134-139

LEBENSLAUF

| | |
|---|---|
| Name: | Ralf Ulmer |
| Geburtsdatum: | 30. April 1960 |
| Geburtsort: | Stuttgart |
| Wohnort: | Lammackerweg 9<br>7000 Stuttgart 80 |
| Familienstand: | ledig |
| Schulausbildung: | 1966-1969: Pestalozzi-Grundschule in Stuttgart-Vaihingen<br>1969-1979: Hegel-Gymnasium in Stuttgart-Vaihingen<br>1979: Abitur |
| Studium: | 1980: Beginn zum Sommersemester in Tübingen<br>1982: Physikum<br>12.Juni 1985: Staatsexamen in Tübingen |
| Beruf: | 1985: Erteilung der Approbation<br>1985: Beginn der Tätigkeit als Ausbildungsassistent |